RADIO-RUNDSCHAU

Technisch-wirtschaftliche Zeitschrift

1. Jahrgang August 1946 Nummer 5

Redaktion und Verwaltung:
Wien V, Margaretengürtel 124 • Tel. A 35-4-70

INHALT:

Die
RADIO-RUNDSCHAU
erscheint monatlich

Bezugsbedingungen: Für Mitglieder des Arbeiter-Funkvereines **kostenlos**, sonst:

Einzelheft	**1.50** S
Halbjahresabonnement	**8.—** S
Jahresabonnement	**15.—** S

Vertrieb und Abonnementsannahme
Zeitschriftenvertrieb
HIRO
WIEN I, SINGERSTRASSE 30

Unser Titelbild:

Variometer eines Kurzwellensenders

Ein keramischer Wicklungsträger gewährleistet geringe Verluste bei guter Wärmebeständigkeit und hoher Spannungsfestigkeit. Der Kern aus HF-Eisen bewirkt eine größere L-Variation und einen geradlinigeren Verlauf der Frequenzkurve. Für letzteren Zweck sind bei anderen Ausführungen auch Kurzschlußringe vorgesehen.

(Photo Mayer)

Kommerzieller Rundfunk?

Im Verlauf der Diskussion über die künftige Organisation des österreichischen Rundfunks wurde vereinzelt auch der Wunsch geäußert, es möge ein kommerzielles System eingeführt werden, ein solches also, das es ermöglicht, die Kosten des Rundfunks teilweise oder ganz mit Einnahmen aus Reklamesendungen oder anderen bezahlten Darbietungen zu bestreiten. Es wurde sogar vorgeschlagen, an Stelle einer öffentlichen, mehrere private Sendegesellschaften zu gründen, und man erhofft sich dabei ein mannigfaltiges und unabhängigeres Radioprogramm.

Nun, wir haben ja alle genug von einem einseitigen Rundfunkprogramm, das auch in scheinbar nebensächlichen Darbietungen einen bestimmten Zweck verfolgt. Wir sehnen uns danach, an Stelle irgendeiner „Reichssendung" ein wirklich universelles, hochwertiges Radioprogramm zu erhalten, das ein Spiegel der geistigen Strömungen der Zeit ist und gleichzeitig dem Bedürfnis der Hörer nach Bildung, Unterhaltung und Entspannung gerecht wird. Dies wird aber durch Kommerzialisierung des Rundfunks kaum zu erreichen sein.

Auf den ersten Blick scheint der kommerzielle Rundfunk, der vor allem in Amerika hochentwickelt ist, erhebliche Vorteile zu bieten. Es sind vom Hörer keine Rundfunkgebühren zu bezahlen und es besteht meist eine große Programmauswahl. Schon eine kurze Überlegung zeigt aber, daß der kommerzielle Betrieb keineswegs der billigere ist. Die gesamten Programmkosten sind infolge der größeren Zahl der Darbietungen zweifellos höher, als wenn der Rundfunk in den Händen einer einzigen Gesellschaft liegt, um so mehr, als auch ein rationeller Programmaustausch zwischen den konkurrierenden Sendegesellschaften nicht so leicht möglich sein wird. Dazu kommt noch, daß die Besitzer der privaten Gesellschaften natürlich auch einen Reingewinn erwarten.

Die Kosten aber müssen selbstverständlich ebenso von der Bevölkerung getragen werden, bloß werden sie anstatt als Rundfunkgebühr zum Beispiel durch die höheren Preise der im Radio angepriesenen Güter aufgebracht.

Wirtschaftliche Erwägungen veranlassen die Sendegesellschaften, vor allem in den Städten Sender zu errichten.

So kommt es, daß in den Ländern, die den Rundfunk kommerzialisiert haben, die Städte gewöhnlich eine große Programmauswahl haben, während die Provinz oft ungenügend versorgt ist. Ein für die Bevölkerung vorteilhafter Ausgleich würde nur erzielt werden, wenn von den staatlichen Behörden die Sendegesellschaften dazu angehalten würden, das ganze Land mit ausreichender Feldstärke zu versorgen. Eine solche „Einmengung" des Staates wäre aber den privaten Sendegesellschaften kaum angenehm.

Was nun die Qualität der Programme betrifft, so ist auch hier die Kommerzialisierung sicherlich nicht fördernd. Der Reklamerundfunk will erreichen, daß möglichst viele Hörer zuhören. Das kann man sehr billig bewirken, wenn man zum Beispiel Musik sendet, die den Hörer bei seinen Tätigkeiten nicht weiter stört und von ihm aber als angenehmes Geräusch empfunden wird. Es ist ja bekannt, daß der überwiegende Teil der Hörer den Rundfunk meist nur als Geräuschkulisse benützt und nur selten und ungern Darbietungen verfolgt, die eine konzentrierte Aufmerksamkeit verlangen. Auf diese Weise aber kommen die häufig teureren, aber wertvollen Sendungen, die ja keineswegs nur ernster Art sein müssen, jedenfalls zu kurz und auch die Programmauswahl ist nur scheinbar groß.

Deswegen muß auch eine teilweise Kommerzialisierung des Rundfunks abgelehnt werden, auch wenn sie zum Beispiel in der Form von „Wunschkonzerten" geschehen mag. Eine Senkung des Niveaus ist die Folge, und es besteht die Gefahr, da mit dem Essen bekanntlich der Appetit kommt, daß immer mehr Sendezeit verkauft wird und man vielleicht sogar versucht, den Rundfunk als Einnahmequelle für staatliche oder private Zwecke heranzuziehen.

Ganz abgesehen davon, wird man es wohl ziemlich allgemein als nicht sehr geschmackvoll empfinden, wenn künstlerische oder andere wertvolle Darbietungen mit Reklame oder ähnlichem verknüpft sind.

Besorgte Demokraten befürchten, daß eine staatliche oder zumindest staatlich gelenkte Rundfunkgesellschaft ihr Monopol zu einer einseitigen Färbung des Programms mißbrauchen könnte und deswegen dem privaten Rundfunksystem der Vorzug zu geben wäre. Dazu ist nur zu sagen, daß eine solche öffentliche Rundfunkorganisation ohne maßgebenden Einfluß der Hörer überhaupt nicht denkbar ist und durch die Bestellung eines aus Vertretern von Hörerschaft, Kultur und Politik zusammengesetzten Organs der erstrebte Ausgleich der verschiedenen Wünsche erreicht werden kann. Und wer gibt schließlich die Gewähr, daß ein Staat, der die Demokratie aufgibt und autoritär regiert, davon absehen würde, auch einen privaten Rundfunk für seine Zwecke auszunützen? Als viel gefährlicher wäre da wohl der Einfluß anzusehen, der von den Käufern der Sendezeit auf das Programm ausgeübt werden kann. Haben doch die auftraggebenden Unternehmungen oder Gruppen sicherlich andere Interessen als die überwiegende Mehrzahl der Hörer.

Für Österreich gibt es also aus kulturellen und wirtschaftlichen Überlegungen keinen Zweifel, daß der Rundfunk von e i n e r zentralen Organisation betrieben werden soll, die weitgehend unter dem Einfluß und der Kontrolle der Öffentlichkeit steht. J e d e Art von Kommerzialisierung, die übrigens auch bei den zuständigen Stellen keine Billigung findet, muß dabei vermieden werden.

Das Magnetophon

Die Schallaufnahme- und -wiedergabetechnik erzielte in den letzten 25 Jahren sehr große Fortschritte, wie man leicht feststellen kann, wenn man Aufnahmen von Caruso oder Girardi hört, welche noch auf rein akustisch-mechanischem Wege aufgenommen wurden, und mit solchen der heutigen Zeit vergleicht. Die Caruso-Platten, die gelegentlich zu hören sind, wurden übrigens durch Umspielen alter Platten auf elektrischem Wege verbessert. Der Stand der heutigen Aufnahme- und Wiedergabetechnik läßt sich erkennen, wenn man erfährt, daß der Rundfunk fast keine direkten Mikrophonsendungen mehr überträgt und daß selbst der Fachmann beim Anhören einer Sendung im Radioapparat nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob eine Originalsendung oder eine Wiedergabe vorliegt.

Hohe Anforderungen

Die Anforderungen, die erfüllt werden mußten, bis dieser hohe Stand der Aufnahme- und Wiedergabetechnik erreicht wurde, waren zunächst die der gleichmäßigen Übertragung aller praktisch vorkommenden Tonfrequenzen, nämlich 30 bis 10.000 Hertz. Sodann wird verlangt, daß beim Aufzeichnen von Tönen, auch nur die im Original vorhandenen wiedergegeben werden, und nicht auch noch andere zusätzlich, oder besser gesagt, daß die zusätzlichen Töne so schwach sind, daß man sie nicht hört. Man spricht dann davon, daß das Gerät eine geringe Verzerrung, einen kleinen Klirrfaktor hat, worunter man das Verhältnis der Stärke der zusätzlichen Töne zur Stärke der im Original vorkommenden in Prozenten versteht.

Die dritte Forderung ist die eines geringen Grundgeräusches. Es ist jedem Rundfunkhörer bekannt, daß im Lautsprecher auch dann ein geringes Brummen und Rauschen zu hören ist, wenn der Sender nicht besprochen wird. Doch nicht nur der Sender hat ein Grundgeräusch, sondern jede Apparatur in der ganzen Sende- und Empfangsanlage, damit auch die Schallaufnahme und Wiedergabe. Bei der Aufnahme von Pianostellen muß nun darauf geachtet werden, daß die geringste Lautstärke noch wesentlich über der des Grundgeräusches bleibt, damit eine Störung durch dieses vermieden wird. Andererseits darf die Lautstärke einen bestimmten Wert, nämlich den der Aufnahmefähigkeit der Apparatur nicht überschreiten. Innerhalb dieser Grenzen darf dann die Lautstärke je nach Piano oder Forte schwanken.

Mechanische und elektrische Verfahren

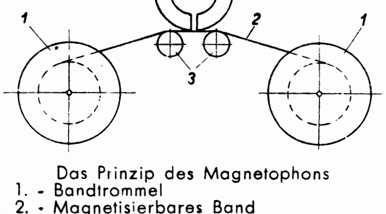
Eine gewaltige Verbesserung der Qualität, sowohl der Aufnahme als auch der Wiedergabe, wurde dadurch erreicht, daß dem akustisch-mechanischen Verfahren die elektrische Verstärkertechnik zu Hilfe kam. Die elektrisch aufgenommenen Schallplatten, und kurz danach, etwa in den Jahren 1929 und 1930, die ersten Tonfilme, stellten einen sehr großen Fortschritt dar; und doch kann man feststellen, daß die Qualität seither wesentlich verbessert wurde, wenn man sich heute einen Tonfilm aus dieser Zeit anhört. Diese weitere Qualitätsverbesserung wurde durch die Vervollkommnung der Verstärker und sonstiger Apparate, nicht aber durch prinzipiell neue Methoden erreicht. Doch darf nicht unerwähnt bleiben, daß neue Aufnahmesysteme durchgebildet wurden und sich den bereits vorhandenen als qualitativ ebenbürtig erwiesen haben, wie zum Beispiel das österreichische Selenophonverfahren, das holländische Philips-Miller-System und andere mehr.

Magnetische Aufzeichnungsverfahren

Schon vor Beginn des letzten Krieges trat neben Schallplatte und Tonfilm ein neues Aufnahmeverfahren, nämlich das Magnettonverfahren, das damals allerdings nicht ganz die gleiche Qualität wie die beiden ersten erreicht hatte. Der Ton wird durch Magnetisieren eines dünnen Bandes, siehe die untenstehende Abbildung, oder Drahtes, welche von einer Trommel abgespult und auf eine zweite aufgerollt werden, im Takte des Wechselstromes aufgesprochen und kann unmittelbar darauf ohne Behandlung des Bandes, beziehungsweise Drahtes, wiedergegeben werden. Für eine längere Spieldauer von 30 bis 45 Minuten hat sich das Band dem Draht als eindeutig überlegen gezeigt, vor allem aber überlegen der Schallplatte. Die sofortige Möglichkeit der Wiedergabe ohne Nachbehandlung des Bandes aber ist ein ungeheurer Vorteil gegenüber dem Tonfilm. Ein weiterer Vorteil der Magnettonverfahren ist der, daß die Magnetisierung des Bandes, beziehungsweise des Drahtes, gelöscht werden kann, so daß eine neue Aufnahme ohne Verlust des Materials möglich wird.

Das Hochfrequenzmagnetophon

Während des Krieges gelang es nun, die Qualität des Bandverfahrens, oder wie es von der AEG genannt wurde, des Magnetophonverfahrens, so weit zu verbessern, daß es in jeder Beziehung der Schallplatte, dem Tonfilm und damit allen Aufnahme- und Wiedergabeverfahren eindeutig überlegen ist. Erreicht wurde dies durch die Einführung der Hochfrequenzvormagnetisierung durch v. Braunmühl und Weber. Wie aus einer in der Tagespresse kürzlich erschienenen Übersicht über die während des Krieges von den beiden kriegführenden Seiten, England und Amerika einerseits und Deutschland andererseits, erzielten Fortschritte auf wissenschaftlich-technischen Gebieten hervorgeht, konnte Deutschland auf dem Gebiet der Schallaufzeichnung einen großen Vorsprung erreichen. Hier ist es angebracht zu erwähnen, daß die Besitzverhältnisse der Magnetophonpatente völlig ungeklärt sind, da die Anmelder fast ausschließlich Deutsche sind.



Das Prinzip des Magnetophons
1. - Bandtrommel
2. - Magnetisierbares Band
3. - Führungsrolle
4. - Tonkopf

Für den Rundfunk wurde das neue Magnetophonverfahren schon im weitesten Umfang während des Krieges mit bestem Erfolg verwendet. Für dieses Anwendungsgebiet hat das Magnetophon noch eine Reihe anderer, günstiger Eigenschaften, so zum Beispiel die Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen, was für Reportageaufnahmen unbedingt erforderlich ist, ferner die Möglichkeit, ähnlich wie beim Film, das Band zu schneiden und stückweise aneinanderzufügen.

Nicht unerwähnt soll auch bleiben, daß das Magnetophon in einfacher Weise für eine stereophone Wiedergabe verwendet werden kann.

Wird die Schallplatte verdrängt?

Durch die Einschränkung allen zivilen Bedarfes konnten jedoch die neuen Geräte für private Kunden nicht zur Verfügung gestellt werden. Die Voraussetzungen dafür, daß das Magnetophon die Schallplatte verdrängen wird, sind jedoch gegeben, obwohl die Schallplattenapparaturen eingeführte Einrichtungen sind, die wertlos werden, wenn es zur Einführung der Magnetophone kommen sollte. Es unterliegt keinem Zweifel, daß es möglich ist, in absehbarer Zeit entweder im In- oder im Ausland, billige Geräte auf den Markt zu bringen, welche genau so wie der Plattenspieler als Zusatz zum Radioapparat verwendet werden können; der Preis wird allerdings das Mehrfache eines Plattenspielers betragen. Damit hat man zwar erst ein Gerät, mit dem man besprochene Bänder abspielen kann, allerdings, wie erwähnt, mit längerer Dauer und sehr guter Qualität. Wesentlich teurer — etwa das Doppelte bis Dreifache des Preises einer Wiedergabeapparatur — kommt ein Gerät, mit dem es möglich wird, Aufnahmen selbst zu machen, und zwar sowohl Mikrophonaufnahmen als auch Aufnahmen von Rundfunksendungen, und diese wie beim ersten Gerät abzuspielen.

Ein lohnintensives Produkt

Das Magnetophon ist zweifellos ein Gerät, das zumindest in der gegenwärtigen Form, hochwertige Ausführung verlangt, wobei der Aufwand an Rohstoffen im Vergleich zu den notwendigen Arbeitsstunden gering ist. Also gerade etwas, das für die österreichische Wirtschaft in der heutigen Zeit sehr wertvoll wäre. Manche Mitteilungen der Presse lassen darauf schließen, was ja für den Fachmann

selbstverständlich ist, daß man sich an verschiedenen Orten in der Welt intensiv mit dem neuen Verfahren beschäftigt. So zum Beispiel werden bereits in Amerika komplette Anlagen angeboten, für die als Laufband geeignet präparierte 16 mm-Filme verwendet werden. Es ist anzunehmen, daß man dort die große Bedeutung des Magnetophons längst erkannt hat und es ist leicht möglich, daß es von den USA. einmal in großem Maßstabe erzeugt wird.

Fertigung auch bei uns

Für die österreichische Schwachstromindustrie ergibt sich hier eine außergewöhnliche Möglichkeit, Geräte sowohl für das Inland als auch für das Ausland zu erzeugen und zu liefern, wenn es gelingt, zeitgerecht eine gute Konstruktion zu schaffen. Wird unsere Industrie diese Chance ausnützen oder sollen uns andere Länder wieder zuvorkommen? Soweit bekannt ist, wird bei uns an mehreren Stellen versucht, auf den bisherigen Entwicklungen aufbauend, entsprechende Konstruktionen zu schaffen. Auch hier wäre eine Zusammenarbeit der Fachleute auf diesem Gebiet wenigstens in der Entwicklung am Platze, um möglichst bald im Interesse unseres Landes ein exportfähiges Gerät zu schaffen. Schwierigkeiten patentrechtlicher Art müßten nach Beseitigung der derzeitigen Unklarheiten überwunden werden können. Für die Fertigung, die auch von einem Betrieb mittlerer Größe vorgenommen werden könnte, ließe sich dann sicherlich ein zweckmäßiges Übereinkommen treffen.

Besprochene Magnetophonbänder als Exportartikel

Eine weitere Verdienstmöglichkeit für Österreich ergibt sich durch die laufende Lieferung besprochener Magnetophonbänder; das anerkannt hochstehende Niveau unserer Musikdarbietungen — man denke zum Beispiel nur an die Salzburger Festspiele — verbürgt für Österreich eine Vorrangstellung als Lieferant von hochwertigen Musikaufnahmen. Aber nicht nur Laufbänder mit solchen künstlerischen Spitzenleistungen würden guten Absatz finden. Sehr große Möglichkeiten, sowohl für den Inlandsbedarf als auch für den Export, eröffnet auch die Herstellung von Magnetophonbändern mit Unterhaltungsprogrammen. Für Gaststätten, Vergnügungslokale, Sportveranstaltungen und dergleichen könnten auf diese Weise komplette Programme für die verschiedenen Zwecke eventuell im Verleih geliefert werden. Das dauernde Plattenwechseln, das ja oft durch Unverständige geschieht, würde dadurch überflüssig und die technische Qualität der Darbietungen gehoben werden, da die Gefahr der Verwendung zu oft abgespielter Platten vermieden wird. In künstlerischer Hinsicht würde sich dadurch ebenfalls ein Vorteil ergeben, weil nun Zusammenstellung und Auswahl der Darbietungen von Kunstverständigen vorgenommen werden können und auch nicht durch die jeweils vorhandene beschränkte Auswahl von Schallplatten begrenzt sind.

Der Super 447 U

Der vielbesprochene und langerwartete Gemeinschaftsempfänger der österreichischen Radioindustrie wird nun doch Tatsache. Unter der Bezeichnung Super 447 U wird er sich auf der Wiener Herbstmesse dem Publikum präsentieren. Die Erzeugnisse der Einzelteile ist in den Radiofabriken seit einiger Zeit angelaufen.

Es ist außerordentlich begrüßenswert, daß die Zusammenarbeit der österreichischen Firmen nun doch zu einem konkreten Ergebnis geführt hat, dessen wirtschaftliche Bedeutung für unsere Industrie, den inländischen und den europäischen Markt zweifellos erheblich sein wird. Und wenn anfänglich die in Fertigung gegangenen Stückzahlen nicht die ursprünglich geplanten Zahlen erreichen, so ist doch die Konstruktion des Gerätes so getroffen, daß sich dasselbe auch für Produktionsziffern von ganz großem Ausmaße nach der modernen Bandfabrikationsmethode eignet. Vor allem die Schwierigkeit der Rohstoffbeschaffung in genügenden Mengen, zwang die österreichische Radioindustrie, von den fünfstelligen auf vierstellige Produktionszahlen herabzusteigen.

Mit der Konstruktion war ein Technikerkomitee betraut, dem die Ingenieure Baumgartner, Rakuschan und Slišković angehörten. Als Richtschnur galten möglichst volle Ausnützung der bei den einzelnen Firmen vorhandenen Werkzeuge und die Anforderungen, die heute an ein hochwertiges Gerät gestellt werden können. Schon im Dezember vorigen Jahres war der Entwurf fertig und auch das erste Mustergerät. Durch die unermüdliche Arbeit aller Beteiligten, darunter Ing. Tiltsch als Leiter des Technikerausschusses, konnten nach einigen Verzögerungen schließlich die unseren Lesern zum Teil schon bekannten Schwierigkeiten überwunden werden.

Der Super 447 U ist in eine äußerlich ansprechende Holzkassette eingebaut. Die Hauptabmessungen sind ca. 410 x 310 x 180 mm. Der Gesamteindruck der in Querformat gehaltenen Kassette und der verhältnismäßig großen beleuchteten Vollsichtsskala wirkt gut proportioniert.

Schaltungstechnisch ist das Gerät ein Superheterodyn-Empfänger der Mittelklasse mit 6 Kreisen. Es ist als Allstromgerät für verschiedene Netzspannungen gebaut, und zwar in zwei Ausführungen: entweder für 110 und 220 Volt oder für 150 und 245 Volt Gleich- und Wechselstromnetze. Das Gerät besitzt vier Röhren der neuen roten 100mA U-Serie, nämlich UCH 4, UCH 4, UBL 1, UY 1 N, und ist für drei Wellenbereiche: Kurz-, Mittel- und Langwellen ausgeführt. Auf einen hochwertigen Hochfrequenzkreis mit HF-Eisenkernspulen folgt die Mischstufe (UCH 4), welche das Eingangssignal auf eine Zwischenfrequenz von 452 kHz transponiert, verstärkt und über ein zweikreisiges Bandfilter dem Heptodensystem der zweiten UCH-4-Röhre zuführt. Die nochmals verstärkte Zwischenfrequenz gelangt über ein weiteres zweikreisiges Bandfilter zu den Dioden der UBL-1-Röhre. Hier wird die Zwischenfrequenz demoduliert und gleichzeitig die Regelspannung für die Fadingautomatik gewonnen. Das Triodensystem der zweiten UCH 4 wirkt als erste Niederfrequenzstufe in Widerstandskopplung und steuert das Endpenthodensystem der UBL-1-Röhre. Ein dynamischer Lautsprecher mit permanenten Magneten verbürgt eine gute Tonwiedergabe. Niederfrequente Gegenkopplung mit Tonkorrektur sowie eine gehörrichtige Lautstärkeregelung, kontinuierlich regelbare Tonblende und Anschluß für einen elektrischen Tonabnehmer sind vorgesehen. Die Stromaufnahme des Gerätes beträgt bei 110-Volt-Netzen bloß 28 Watt, bei 220-Volt-Netzen kaum 36 Watt, wobei an 220-Volt-Netzen mit einer Ausgangsleistung von ca. vier Watt bei 10 v. H. Klirrfaktor zu rechnen ist.

Der Gesamtaufbau, das Chassis und die Schaltung sind durchwegs solid und zweckmäßig aufgebaut, an allen Stellen werden nur hochwertige Materialien und keinerlei „Austauschwerkstoffe" verwendet, was angesichts der schwierigen Rohstofflage besonders hervorgehoben und gewürdigt werden muß.

Zusammenfassend kann man sagen, daß mit dem neuen Empfänger „Super 447 U" als dem Produkt der gemeinsamen Arbeit der Radioindustrie ein Gerät geschaffen wurde, welches das Können unserer Radiotechnik erneut unter Beweis stellt und geeignet sein wird, die Leistungsfähigkeit der österreichischen Radioindustrie dem In- und Ausland gegenüber zu repräsentieren.

Das Schaltbild des „Super 447 U" finden unsere Leser auf Seite 87

Apparatepreise und Händlerrabatte

Mit Herbst dieses Jahres werden die einzelnen Firmen der österreichischen Rundfunkindustrie mit neuen Gerätetypen auf den Markt kommen. Neben dem Gemeinschaftsgerät, das von einem Teil der Firmen erzeugt werden wird, während andere nur Einzelteile dazu anfertigen, sollen auch Markengeräte, und zwar Groß-Super und Kleingeräte gebaut werden. Für den österreichischen Konsumenten, aber auch für die Stellen, die verantwortlich für den österreichischen Export sind, ist es nun von großer Bedeutung, zu welchem Preise diese Geräte von den Firmen in den Handel gebracht werden. Der österreichische Konsument hat ein Interesse, daß der Preis dem derzeitigen herrschenden Lohnniveau und den Kosten des Lebensunterhaltes angepaßt wird. Durch die Kriegs- und Nachkriegsereignisse und durch das Aussetzen der österreichischen Industrie während des Krieges besteht in Österreich eine große Nachfrage nach neuen Geräten, so daß die erzeugenden Firmen von vornherein mit einer gesicherten Absatzmenge im Inland rechnen können.

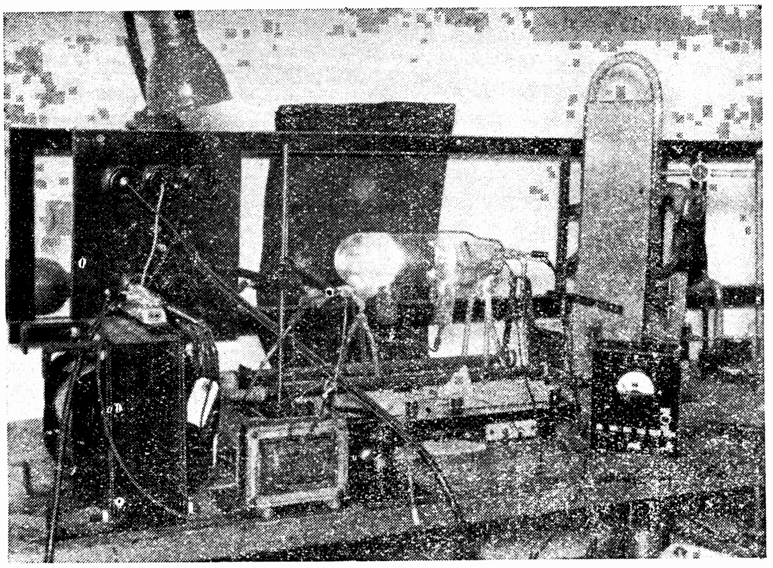
Es ist jedem Fachmann klar, daß die Geräte nicht mehr zu dem Preis, wie sie vor dem Jahre 1938 in den Handel gekommen sind, zum Verkauf gelangen können. Durch die veränderte Erzeugungslage, bedingt durch den Abtransport und Vernichtung größerer Maschinengruppen, und durch die höheren Materialkosten, muß sich der Preis erhöhen. Verschiedene Arbeitsgänge können heute nicht mehr in Serien hergestellt werden und die einzelnen Firmen müssen weitgehendst improvisieren. Dazu kommt, daß die Kapazität der einzelnen Firmen nicht voll ausgenützt werden kann (hervorgerufen durch Materialbeschaffungsschwierigkeiten), so daß eine wesentliche Steigerung der unproduktiven Kosten gegenüber den produktiven Kosten eingetreten ist. Auch dies bedingt eine Erhöhung der Preise.

Wenn mit diesen mehr oder weniger unbeeinflußbaren Faktoren gerechnet werden muß, so bleibt, um die Bruttopreise der fertigen Geräte in einem halbwegs vernünftigen Rahmen zu halten, nur die Möglichkeit übrig, die bisher bestehenden Groß- und Kleinhändlerrabatte einer gewissen Korrektur zu unterziehen.

Während die Kleinhändlerrabatte sich früher in einer Höhe von 25 bis 35 v. H. bewegten, betrug der Großhändler-Rabatt bis 45 v. H. des Brutto-Verkaufspreises. Damals waren die Händler infolge der allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse gezwungen, einen Teil ihrer ihnen von den Erzeugerfirmen eingeräumten Rabatte dem Käufer zu überlassen, wodurch mehr oder minder wilde Verhältnisse in der gesamten Verkaufslage der Rundfunkgeräte entstanden sind. Es waren Fälle zu verzeichnen, wo die Händler, um nur die Apparate los zu werden, sich mit einem Rabatt von 10 v. H. begnügen mußten, wodurch sie kaum in der Lage waren, ihre Geschäftsregien zu decken. Man sieht daraus, daß die Regelung des Verkaufspreises nicht nur allein im Interesse der Erzeugerfirmen, sondern auch im wohlverstandenen Interesse der Händlerschaft selbst liegt. Eine wesentliche Absenkung der Kleinhändler-Rabatte kann, ohne die Grundlage dieses für die Industrie nach wie vor wichtigen Verkaufsapparates zu gefährden, nicht eintreten. Anders liegen die Verhältnisse jedoch bei den Großhändlern. Es soll nicht verkannt werden, daß in einer geregelten wirtschaftlichen Situation der Großhändler auch wichtige volkswirtschaftliche Erfordernisse zu erfüllen hat. Da er von vornherein größere Abschlüsse mit den einzelnen Erzeugerfirmen tätigt, schafft er diesen die Grundlage und Sicherheit für ihre Fertigung und nimmt gleichzeitig den Erzeugerfirmen einen Teil ihrer Regiepost ab.

Dies trifft jedoch nur, wie gesagt, für normale Verhältnisse zu. In der heutigen Situation, in der das Angebot bei weitem nicht der Nachfrage entsprechen kann, fallen zum Teil diese Voraussetzungen für den Großhändler weg und seine Zwischenschaltung wirkt sich nur verteuernd auf das Endprodukt aus. Damit soll nicht gesagt werden, daß in dieser Saison die Großhändler überhaupt ausgeschaltet werden sollen. Es muß nur von seiten der erzeugenden Firmen bei den nunmehr laufenden Verhandlungen mit den Großhändlern diesen klargemacht werden, daß es keinesfalls möglich ist, wieder auf die alten Rabattsätze zurückzugreifen. Dabei sind wir der Meinung, daß auch der nunmehr in Aussicht genommene Großhändlerrabatt von 35 v. H. aus dem oben angegebenen Grund für die österreichische Wirtschaft untragbar ist und eine wesentliche Absenkung (auf höchstens 25 v. H.) erfahren muß. Demgemäß wäre der Kleinhändlerrabatt mit höchstens 15 bis 25 v. H. festzusetzen. In diesem Zusammenhange ist es auch, wie wir glauben, unmöglich, dem Wunsche der Großhändler, von vornherein 40 v. H. der Gesamtproduktion geliefert zu erhalten, zu entsprechen. Auch wenn der Großhändlerrabattsatz, wie von der Industrie vorgeschlagen, auf 35 v. H. ermäßigt wird, würde sich dadurch eine wesentliche Verteuerung des Bruttopreises der Geräte ergeben, weil die Erzeugerfirmen bei der Festsetzung ihres Verkaufspreises den hohen Großhändlerrabatt in ihrer Gesamtkalkulation berücksichtigen müßten. Nehmen wir an, daß der Erzeugerpreis pro Gerät 400 Schilling beträgt, so würde bei Berücksichtigung eines 25prozentigen Durchschnittsrabattes der Bruttopreis des Gerätes sich auf 532 Schilling stellen. Berücksichtigt man nunmehr die Wünsche der Großhändler und rechnet 60 v. H. der Gesamtfertigung mit 25 v. H. und 40 v. H. der Fertigung mit 35 v. H., dann stellt sich der Verkaufspreis auf 562 Schilling.

Es liegt nun nicht nur im Interesse des Konsumenten, sondern auch im Interesse des Erzeugers, die Preise der kommenden Geräte so billig als möglich zu gestalten, und die Erzeugerfirmen haben die Pflicht, bei den derzeit laufenden Verhandlungen diesem Standpunkt weitestgehend Rechnung zu tragen. Keinesfalls ist es jedoch angängig, daß, wie man hört, eine Firma heute schon einen Separatvertrag mit den Großhändlern abgeschlossen haben soll, laut dem diesen eine Spezialbonifikation zugesichert werden soll, die im Verein mit dem offiziellen Rabatt einen Gesamtrabatt von 50 v. H. ergeben würde. Durch diese Maßnahme würden in kurzer Zeit wieder dieselben unwürdigen Verhältnisse geschaffen werden, wie sie vor dem Jahre 1938 bestanden und die sich nur zum Nachteil der Erzeugerfirmen ausgewirkt haben.



Zu dem Artikel auf Seite 81: Eine größere Röhre auf dem Pumpstand (Photo Electroakustic/Mayer)

Ultrakurzwellen-Rundfunk

Von Fritz Weißmann

In Amerika arbeiten von den ungefähr tausend Rundfunksendern etwa hundert auf Ultrakurzwellen (UKW), wobei Frequenzmodulation (abgekürzt FM) verwendet wird. Dabei ist die Tendenz zu beobachten, daß der UKW-Rundfunk noch weiter ausgebaut wird. Es ist daher vielleicht nicht unangebracht, die Gründe zu betrachten, die zur Einführung der FM und zur Verwendung ultrakurzer Wellen auch für den Rundfunk führen.

Die Wellenknappheit

Auf dem bisherigen Rundfunkbereich von 200 bis 600 m (1500 bis 500 kHz) können bei dem in Europa festgelegten Frequenzabstand von 9 kHz rund 110 Sender untergebracht werden. Da aber eine weit größere Zahl von Sendern angestrebt wurde, war es notwendig, oft mehrere Sender auf den gleichen Wellen zu betreiben. (Gemeinschaftswellen und Gleichwellen.) Dies führte aber wieder zu manchen Unannehmlichkeiten sowohl technischer Art — für die Konstanthaltung der Sendefrequenzen von Gleichwellensendern muß ein ganz erheblicher Aufwand getrieben werden —, als auch empfangsmäßig, da in den Zonen, in denen Sender gleicher Frequenz mit annähernd gleicher Feldstärke einfallen, ein sauberer Empfang dieser Sender unmöglich ist.

Geht man aber zu kürzeren Wellen über, so ist es ohne weiteres möglich, für viel mehr Sender Platz zu finden. So können zum Beispiel im Bereich von 2 bis 6 m (150 bis 50 MHz) bei gleichem Frequenzabstand hundertmal soviel Sender untergebracht werden als auf dem Rundfunkbereich. Dazu kommt noch, daß die Wellen unter etwa 7 bis 8 m bekanntlich schon ziemlich quasioptisches Verhalten zeigen, das heißt, die Reichweite von UKW-Sendern ist praktisch durch die optische Sicht begrenzt, wenngleich auch schon vereinzelt Fernempfang beobachtet wurde. Dieses Verhalten ist um so ausgeprägter, je höher die Frequenz ist. Sender, die auf der gleichen Welle arbeiten, stören sich also praktisch kaum mehr, wenn sich die Grenzen ihrer Versorgungsgebiete gerade berühren.

Größerer Frequenzabstand

Da auf kurzen Wellen also mehr Sender untergebracht werden könnten, als zunächst überhaupt benötigt werden, ist es möglich, ihren Frequenzabstand zu vergrößern. Der bisherige Abstand der Rundfunksender (9 kHz) bedingt ja eine so große Trennschärfe der Empfänger, daß Niederfrequenzen über etwa 4500 Hz kaum mehr in nennenswerter Stärke wiedergegeben werden. Nur bei Ortsempfang ist es möglich, mit Empfängern genügender Bandbreite eine musikalisch hochwertige Wiedergabe zu erzielen, da nur dann das ganze Frequenzspektrum der Rundfunksender, das normalerweise bis etwa 10 kHz reicht, voll ausgenützt werden kann. Auf kurzen Wellen kann natürlich ohne weiteres die Niederfrequenzdurchlässigkeit bis an die Grenze des Hörbereiches (15 kHz) gesteigert werden, so daß sich für amplitudenmodulierte Sender eine Bandbreite von ungefähr 30 kHz ergibt. Darüber hinaus ist aber noch so viel Raum, daß auch der Einführung der Frequenzmodulation, die größere Bandbreiten erfordert, nichts mehr im Wege steht.

Kein Fernempfang

Gegen die Einführung des UKW-Rundfunks wird oft geltend gemacht, daß die Unmöglichkeit des Fernempfanges ein Nachteil sei. Dagegen ist zu sagen, daß die überwiegende Zahl der Radiohörer fast nur den Ortssender hört, nicht nur, weil er die heimatliche Station ist, sondern, und vielleicht vor allem, weil nur der Ortssender praktisch störungsfrei empfangen werden kann. Der Fernempfang auf Mittelwellen ist immer mehr oder weniger gestört und in der Regel auf die Stunden der Dunkelheit beschränkt. Beim UKW-Rundfunk dagegen besteht die Möglichkeit, da die Zahl der Sender kaum beschränkt ist, mehrere lokale Stationen zu errichten, so daß eine viel größere Programmauswahl als bisher geboten werden kann. Was den Fernempfang betrifft, so ist es durchaus denkbar, die Programme einer Anzahl von Fernsendern durch lokale UKW-Sender auszustrahlen, wodurch sich ein indirekter, aber dafür störungsfreier Fernempfang erzielen läßt.

Leistungsgewinn durch Richtantennen

Die begrenzte Reichweite der UKW-Sender macht es nötig, ein dichtes Netz von Stationen zu errichten. Dies wird zunächst als eine Verteuerung empfunden werden. Es ist jedoch dabei zu bedenken, daß die Sender viel schwächer sein können als die bisher üblichen Rundfunksender. Da es nur darauf ankommt, innerhalb der optischen Sicht eine genügende Feldstärke (etwa 1 mV/m) sicherzustellen, findet man mit einigen Kilowatt das Auslangen. Dazu kommt als wesentlicher Vorteil, daß es bei den sehr kurzen Wellen leicht möglich ist, Richtantennen zu verwenden. Es handelt sich ja darum, die Feldstärke in der Ebene möglichst groß zu machen, während eine Raumstrahlung, die bei Mittel- und Kurzwellensendern von erheblicher Bedeutung ist, unnötige Energievergeudung wäre. So ist es möglich, allein durch Bündelung der Strahlung in der horizontalen Ebene einen Antennengewinn zu erzielen, der eine Verminderung der Senderleistung auf ein Drittel bis ein Zehntel der sonst erforderlichen erlaubt.

Eine ähnliche, wenn auch nicht so bedeutende Verbesserung ist empfängerseitig möglich. Im Gegensatz zu den in der Regel unterangepaßten Empfangsantennen im Rundfunkbereich können auf UKW angepaßte Antennen verwendet werden, wobei es auch hier nicht schwierig ist, in einfacher Weise eine bestimmte Richtwirkung zu erzielen.

Antennen möglichst hoch

Natürlich ist es erwünscht, das von einer Sendestation versorgte Gebiet möglichst groß zu machen. Dazu ist es erforderlich, die Sendeantenne auf hoch gelegenen Punkten anzubringen, während man damit rechnen muß, daß die Empfangsantennen kaum wesentlich über dem Boden angeordnet werden können.

Die Sendeantennen werden daher auf Berggipfeln, Masten von Rundfunksendern usw. errichtet. In den amerikanischen Städten ist der gegebene Aufstellungsort das höchste Gebäude. Da sich ja die Wolkenkratzer im Zentrum der Städte befinden, ist so eine gleichmäßige Versorgung des Stadtgebietes am leichtesten zu erreichen und verursacht außerdem nur geringe Baukosten. Es fehlt auch nicht an anderen Vorschlägen. So zum Beispiel denkt man daran, die Sender in Flugzeugen unterzubringen, um so die für eine weite optische Sicht erforderliche Höhe der Sendeantenne über dem Boden zu erreichen. Man hat ausgerechnet, daß man mit vierzehn in großer Höhe fliegenden Flugzeugen fast 80 v. H. der Bevölkerung der USA. mit einem Rundfunkprogramm versorgen könnte.

Das Programm erhalten diese Flugzeugsender dann durch kleine Mikrowellenstationen zugestrahlt.

Ähnliche Überlegungen stellt man übrigens auch für das Fernsehen an, für das ja ungefähr die gleichen Frequenzen in Frage kommen.

Modulationsleitungen

Eine Schwierigkeit beim UKW-Rundfunk besteht jedoch darin, daß die vielen Sender auch ein dichtes Netz von Modulationsleitungen benötigen, da man aus wirtschaftlichen Gründen natürlich möglichst viel Sender das gleiche Programm wird ausstrahlen lassen, beziehungsweise weil man den Betrieb von einigen wenigen Funkhäusern aus bestreiten will. Auch hier hat man einen relativ billigen Ausweg gefunden durch Verwendung der sky-top-Linien, das sind Ketten von in etwa 50 bis 100 km Abstand angeordneten Sende- und Empfangsstationen, die auf sehr kurzen Wellen mit scharf gebündelten Richtstrahlen arbeiten und so die Kabel und Verstärkerämter überflüssig machen. Diese Radio-Relaislinien sind besonders mit Rücksicht auf Fernsehübertragungen entwickelt worden, bei welchen die erforderlichen breiten Frequenz-

bänder sonst nur über äußerst kostspielige Breitbandkabel übertragen werden könnten.

Die Einführung des UKW-Rundfunks wurde ermöglicht durch die Fortschritte, die Röhrentechnik, Empfänger- und Senderbau in den letzten Jahren in der Richtung zu immer kürzeren Wellen erzielt haben. Einen wesentlichen Beitrag haben dabei aber auch die Erfolge und Vorteile geliefert, die man mit der Frequenzmodulation erreichen konnte.

Vorteile der Frequenzmodulation

Die FM hat bekanntlich zunächst gegenüber der Amplitudenmodulation den Vorteil, daß die Störanfälligkeit wesentlich geringer ist. Wenn die Feldstärke eines frequenzmodulierten Signales nur etwas größer ist als die Feldstärke der atmosphärischen Störungen, dann werden die Störungen nahezu vollständig unterdrückt und der Empfang ist praktisch störungsfrei. Ist allerdings die Signalfeldstärke kleiner als die Feldstärke der Störungen, dann wird wiederum der Empfang völlig ausgelöscht. Beim Empfang frequenzmodulierter Signale hört man also entweder praktisch störungsfrei oder, wenn eben die Feldstärke zu klein ist, nur Störungen.

Bei der Amplitudenmodulation (abgekürzt AM) dagegen hört man auch dann, wenn das Signal schon wesentlich stärker ankommt als die Störungen, noch immer die Störungen durch, während man andererseits aber auch wieder dann, wenn die Störungen überwiegen, die Sendung noch immer mehr oder weniger gestört aufnehmen kann. Während für den Nachrichtenverkehr also die AM den Vorteil hat, daß auch unter sehr schlechten Empfangsbedingungen die Signale zumindest noch wahrnehmbar sind, muß man dabei in Kauf nehmen, daß bei überwiegender Signalfeldstärke noch immer erhebliche Störgeräusche hörbar werden. Da es für viele Dienste nicht viel Zweck hat, eine Nachricht nur Bruchstückweise empfangen zu können, ist man in den letzten Jahren mehr und mehr dazu übergegangen, für den kommerziellen und militärischen Nachrichtenverkehr Frequenzmodulation einzuführen. Wer jemals Gelegenheit hatte, unter den gleichen Empfangsbedingungen amplitudenmodulierte und frequenzmodulierte Sendungen abzuhören, wurde überrascht durch die große Störungsfreiheit der FM, die sich besonders dann stark bemerkbar macht, wenn die Signalfeldstärke nur wenig über der Feldstärke der Störungen liegt. Der Empfang der FM-Station ist dann klar und sauber, während die amplitudenmodulierte Sendung (gleiche Trägerfeldstärken vorausgesetzt,) noch als sehr stark gestört erscheint.

Weniger Störungen bei FM

Was für den kommerziellen Verkehr gilt, ist natürlich noch in weit höherem Maße für den Rundfunk zutreffend. Beim Rundfunk werden ja erheblich größere Anforderungen an die Störungsfreiheit gestellt. Ein Störabstand von 10 db, der vielleicht zur Nachrichtenübermittlung noch brauchbar ist, würde die Güte einer Rundfunksendung ganz empfindlich beeinträchtigen. Hier wird ein Störabstand von wenigstens 50 db notwendig sein.

So war es naheliegend, auch für den Rundfunk die FM zu benutzen. Dem stellten sich allerdings manche Schwierigkeiten entgegen. Zunächst hätte die Einführung der FM natürlich den Umbau der bestehenden Rundfunksender bedingt und, was schwerwiegender ist, ganz andere Empfangsapparate erforderlich gemacht. Und bekanntlich ist es bei der Weiterentwicklung der Technik oft sehr hinderlich, daß auf bestehende, bereits im großen Maße eingeführte Systeme aus wirtschaftlichen Gründen Rücksicht genommen werden muß.

Aber auch grundsätzliche Schwierigkeiten stellten sich der Einführung der FM entgegen. Damit die Vorteile der FM voll ausgenützt werden können, ist es notwendig, daß der Frequenzhub (swing) ein Mehrfaches der höchsten zu übertragenden Niederfrequenz beträgt. Wenn man bedenkt, daß die Wellenknappheit in Europa dazu geführt hat, den Frequenzabstand der Rundfunksender auf 9 kHz zu beschränken, so ist es klar, daß auf diesem Wellenbereich kein Raum für FM-Sender besteht, die statt einer Bandbreite von 9 kHz eine solche von vielleicht 50 kHz benötigen würden.

Durch den Übergang zu sehr kurzen Wellen ist nun der größere Frequenzbandbedarf der FM-Sender kein Hindernis mehr. Dazu kommt noch, daß die FM-Sender mit rund dem doppelten Wirkungsgrad arbeiten wie gewöhnliche amplitudenmodulierte Sender und auch gegenüber den stromsparenden Modulationsschaltungen wie der nach Doherty, B-Modulation usw., einen höheren Wirkungsgrad bei geringerem Aufwand ergeben.

Derzeit beträgt die Zahl der FM-Stationen in den USA, wohl noch nicht mehr als etwa 10 v. H. der Gesamtzahl der Rundfunksender. Es ist aber kein Zweifel, daß die Bedeutung des UKW-FM-Rundfunks täglich zunimmt, vor allem, wenn die Produktion von FM-Empfängern größere Ausmaße annimmt.

50 Sender in einer Stadt

Man hat in den USA. das Band von 88,1 bis 107,9 MHz (3,4 bis 2,8 m) für den FM-Rundfunk bereitgestellt. Der Frequenzabstand wurde mit 200 kHz festgelegt, wobei die Einschränkung gilt, daß Sender in derselben Stadt einen Abstand von 400 kHz haben müssen. Es können als in einer Stadt maximal bis fünfzig Sender gleichzeitig betrieben werden! Der Frequenzhub wurde für 100 v. H. Modulation mit 75 kHz genormt.

Abschließend möge noch auf einige Einwände hingewiesen werden, die gegen den UKW-Rundfunk erhoben werden. Da ist zunächst das Fehlen des Fernempfanges, worauf schon weiter oben eingegangen wurde. Weiter wird angeführt, daß eine Erweiterung des niederfrequenten Frequenzbandes über etwa 4500 Hz nicht notwendig wäre, da die meisten Hörer ohnedies die Tonblende auf „dunkel" stellen. Dagegen wäre allerdings zu bemerken, daß gewöhnlich nur deswegen die dunkle Klangfarbe gewählt wird, weil die bei Amplitudenmodulation so häufigen Störgeräusche dann weit weniger störend wirken. Und wenn auch viele Hörer musikalisch sehr anspruchslos sein mögen, so ist es doch notwendig, daß grundsätzlich der ganze Hörbereich übertragen werden kann, damit auch die letzten Feinheiten der Musik wiedergegeben werden können. Allerdings ist es dann notwendig, daß auch Empfänger und Lautsprecher dieser Forderung angepaßt werden.

Teure Empfänger

Und damit gelangt man zu dem schwerwiegendsten Einwand, der gegen den UKW-Rundfunk, insbesondere aber gegen die FM erhoben wird. Es sind andere Empfänger erforderlich, einerseits, um das neue Frequenzband zu erfassen, andererseits, um FM überhaupt empfangen zu können. Diese Empfänger sind komplizierter und daher teurer als die bisher für AM gebräuchlichen. Es ist aber anzunehmen, daß der Preisunterschied mit der Zeit mit der Auflage größerer Serien nicht mehr so ins Gewicht fallen wird, so daß auch dieser Einwand wahrscheinlich seine Bedeutung verlieren dürfte.

KURZBERICHTE

Ein versuchsweiser Plan für die Zuteilung von FM-Wellenbänder für die Städte und das Landgebiet der USA. wurde von der FCC angeregt. Er bezieht sich nicht auf die kommerziellen Stationen. Die Zahl der in Aussicht genommenen Frequenzbänder übertrifft die der zur Zeit arbeitenden Stationen um 50 bis 100 v. H. Die Grundlage des Planes ist eine Leistung von 20 kW und eine Antennenhöhe von 500 Fuß (zirka 150 Meter). Im allgemeinen sind die Schwierigkeiten der Trennung der im gleichen Band arbeitenden Sender im östlichen Teil der US größer als im westlichen Teil.

Die FCC ist der Meinung, daß die tatsächlichen gegenseitigen Störungen teils größer und teils geringer sein werden als erwartet, weil die verwendeten Antennen die festgelegte Höhe sowohl übertreffen als auch unterschreiten. Das letztere dürfte häufiger vorkommen, ebenso eine geringere Leistung als 20 kW, so daß eine gewisse Überschreitung der Zahl der Frequenzbänder in den Städten toleriert werden kann. Es ist ferner auch möglich, daß viele der bestehenden Stationen als kommerzielle Stationen bestimmt sind und die Zahl der unbenützten Bänder in den Städten zunimmt. Eine Anzahl kleinerer Städte, besonders im Westen erhielt nur eine geringe Anzahl von Bändern zugewiesen. Wo größerer Bedarf vorliegt, ist eine Erhöhung natürlich möglich. Der ganze Plan ist überhaupt nicht starr, sondern sieht Verschiebungen und Ausnahmen vor und soll nur einen Versuch darstellen, eine zweckmäßige Verteilung zu verwirklichen.

(Radio News, März 1946)

Der Rat der britischen Funkindustrie hat in einem Bericht verschiedene Vorschläge zur besseren und ungestörteren Versorgung Europas mit Rundspruchsendungen gemacht. In Zukunft sollen für die Anzahl, Stärke und Verteilung der Sender weniger diplomatische Erwägungen als technische Grundsätze maßgebend sein. Dieser Art wäre es möglich, den Frequenzabstand zwischen zwei Sendern von derzeit 9 kHz auf 11 kHz zu erhöhen und damit eine sehr bedeutende Herabsetzung der gegenseitigen Störungen zu erreichen. (Broadcasting in Europa.) K. H.

Ein Wellenmesser für Zentimeterwellen

Von Dipl.-Ing. Franz Wolf

Die eindeutigste Methode, Wellenlängen von einigen Zentimetern bis zu etwa ein bis zwei Metern zu messen, ist zweifellos die Messung des Abstandes der Spannungsknoten auf einer Lecherleitung. In der Praxis ergeben sich bei der Herstellung von Paralleldrahtleitungen oder koaxialer Leitungen, die der geringeren Strahlung und der bequemeren Anschließbarkeit an Kabel den Paralleldrahtleitungen gewöhnlich vorgezogen werden, erhebliche Schwierigkeiten.

Während bei den längeren Wellen die Leitungen, die ja wenigstens eine Wellenlänge lang sein müssen (wenn nicht eine zusätzliche Leitung zur Verschiebung der Knoten verwendet wird), ziemlich unhandlich und schwer werden, sind es bei den kürzeren Wellen vor allem die Schwierigkeiten einer maßgenauen Herstellung, welche die Anfertigung von Meßleitungen zu einer zeitraubenden und kostspieligen Angelegenheit machen. Für Wellenlängen von etwa 5 bis 20 cm zum Beispiel wird die Meßleitung zirka 450 mm lang. Bei einem Innendurchmesser des äußeren Leiters einer koaxialen Leitung von 16 mm, wie er dem der meist verwendeten 70-Ohm-Kabel entspricht, ist ein Innenleiter von rund 3,2 mm Durchmesser erforderlich. Dieser Draht muß nun auf der ganzen Länge der Meßleitung genau zentrisch sein, wie überhaupt Toleranzen von wenigen Hundertstelmillimetern eingehalten werden müssen, besonders dann, wenn die Meßleitung nicht nur zur Bestimmung der Wellenlänge, sondern etwa auch zur Widerstandsmessung verwendet werden soll.

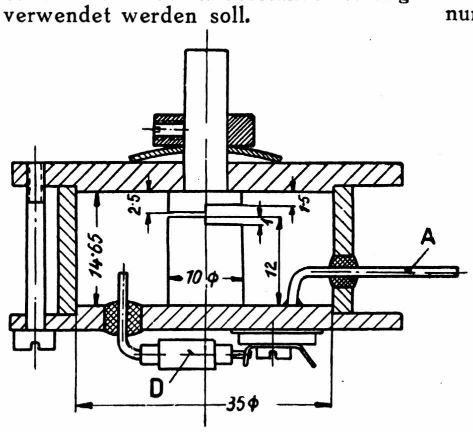


Abb. 1: Schnitt durch den Topfkreis

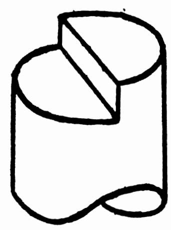


Abb. 2: Die Form der Innenleiter

Die Messung der Spannungsverteilung erfolgt bei solchen Meßleitungen gewöhnlich derart, daß der Außenleiter mit einem schmalen Schlitz parallel zur Achse versehen wird, durch den ein längs der Leitung verschiebbarer Stift sehr nahe an den Innenleiter herangeführt wird. Die Spannung am Innenleiter wird dann durch die Kapazität zwischen diesem und dem Fühlstift abgegriffen und einem geeigneten Gleichrichter, einem kapazitätsarmen Kontaktdetektor zugeleitet.

Die Kopplung zwischen Fühlstift und Leitung muß einerseits so fest sein, daß dem Detektor eine ausreichende Spannung zugeführt wird, was bei den oft sehr kleinen zur Verfügung stehenden Leistungen nicht immer leicht ist. Andererseits darf die Kopplung aber wieder nicht so fest sein, daß der angekoppelte Indikator eine merkliche Dämpfung der Leitung verursacht. Dadurch ist es erforderlich, daß die Kopplung einstellbar gemacht werden kann. Außerdem macht sich unangenehm bemerkbar, daß die Längenabmessungen des Fühlstiftes und seiner Halterung nicht mehr klein gegen die Wellenlänge gemacht werden können. Es ist deswegen notwendig, den Fühlstift zu einer ungefähr ein Viertel Wellenlänge langen Leitung zu ergänzen. Für Messungen auf verschiedenen Frequenzen muß daher auch die Abstimmung dieser Stichleitung neu eingestellt werden können.

Fühlstift, Stichleitung und Detektor bilden zusammen den auf der Meßleitung verschiebbaren Meßkopf. Die Herstellung einer zügigen Verschiebbarkeit bei exakter Einhaltung eines konstanten, manchmal nur wenige Zehntelmillimeter betragenden Abstandes des Fühlstiftes vom Innenleiter macht eine sehr genaue Arbeit notwendig.

Der Vorgang bei der Messung von Wellenlängen mit Meßleitungen ist folgender: Liefert der zu messende Generator genügend Leistung in die Meßleitung, so wird das an den Detektor angeschlossene Galvanometer einen Ausschlag zeigen, der nun durch Abstimmen der Stichleitung auf den größten Wert gebracht werden muß, wobei der Abstand des Fühlstiftes nicht kritisch ist und kaum neu eingestellt werden braucht, da es bei der Messung in den Spannungsknoten nicht so sehr auf die zusätzliche Dämpfung ankommt. Nun versucht man durch Verschieben des Meßkopfes zwei benachbarte Minima der Spannung, beziehungsweise des dieser annähernd ja proportionalen Galvanometerausschlages festzustellen. Die Meßleitungen besitzen zu diesem Zwecke eine Millimeterskala, eventuell mit Lupe. Der Abstand der beiden Spannungsknoten ist dann die Hälfte der gesuchten Wellenlänge.

Es ist klar, daß dieses Verfahren, so genau es an sich bei guter Ausführung der Meßleitung ist, besonders immer dann sehr unbequem ist, wenn es sich darum handelt, häufig Wellenlängenmessungen durchzuführen. Es ist daher naheliegend, für solche Zwecke ein Gerät zu entwickeln, das einfach in der Herstellung und bequem in der Bedienung die Messung mit genügender Genauigkeit ermöglicht.

Seit langem werden daher zur Wellenlängenmessung gerne Topfkreise benützt. Ein Topfkreis besteht grundsätzlich aus einer am Ende kurzgeschlossenen, nicht ganz eine viertel Wellenlänge langen Leitung, deren Eingangswiderstand bekanntlich einer Induktivität entspricht. Mit einer kleinen Kapazität, parallel zum Eingang der Leitung, kann diese leicht auf ihre Resonanzfrequenz abgestimmt werden. Mit solchen Topfkreisen kann ohne weiteres eine Kreisgüte erreicht werden, die mit gewöhnlichen Schwingungskreisen bei weitem nicht erzielt werden kann. Bei Zentimeterwellen sind klassische Schwingungskreise nicht mehr zu realisieren. Allerdings nehmen Topfkreise bei Meterwellen schon unhandliche Abmessungen an. Die bisher verwendeten Ausführungsformen sind sehr mannigfaltig. So zum Beispiel verwendet man gerne zwei symmetrische Leitungshälften.

Während man bei den längeren Wellen die zur Abstimmung notwendige Kapazität leicht etwa in Form einer verstellbaren Scheibe ausführen kann, die dem Innenleiter mehr oder weniger genähert wird, muß bei den kürzeren Wellen unter etwa 20 cm jede Unstetigkeit der Leitung nach Möglichkeit vermieden werden.

Die im folgenden beschriebene Ausführung ist bis etwa 5 cm herunter brauchbar, je nachdem die Abmessungen gewählt werden. Die Abbildung zeigt den Aufbau. Eine kurze konzentrische Leitung ist am Ende durch eine Scheibe gut leitend kurzgeschlossen. An der anderen Seite ist

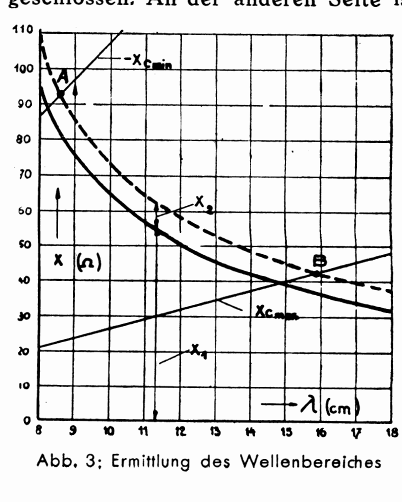


Abb. 3: Ermittlung des Wellenbereiches

ein sehr kurzes Stück eines durchmessergleichen Innenleiters angeordnet, das drehbar in dem Flansch gelagert ist. Durch einander entsprechende, halbkreisförmige Ausnehmungen an den Enden jedes der beiden Innenleiter (Abb. 2) wird erreicht, daß der mittlere Abstand und damit die Kapazität zwischen den beiden Innenleitern vom Drehwinkel des kurzen Innenleiters abhängt, der so die Rolle des Rotors eines Drehkondensators übernimmt. Auf diese Weise wird die geradlinige Bewegung des Meßkopfes der Meßleitung durch eine drehende ersetzt.

Die verhältnismäßig geringe Unstetigkeit, die durch die Ausnehmungen der Innenleiter bewirkt wird, ist gerade noch klein genug, um auch noch eine sehr einfache, aber trotzdem eine recht zuverlässige Vorausberechnung des Frequenzbereiches zu ermöglichen. Sollen die Abmessungen des Topfkreises für einen bestimmten Wellenbereich festgelegt werden, so geht man am besten von angenommenen Abmessungen aus, die sich dann leicht korrigieren lassen. Auszugehen zunächst ist vom Wellenwiderstand

$$Z = 60 \ln \frac{da}{di} = 60 \ln \frac{35}{10} = 75 \text{ Ohm}$$

Von der Trennstelle der Innenleiter gegen die kurzgeschlossenen Enden gesehen besitzt die Leitung einen induktiven Blindwiderstand von

$$X = Z \operatorname{tg} \frac{360\, l}{\lambda}$$

Dabei ist l die Länge der Leitung und λ die Wellenlänge. Für die gewählten Abmessungen ist die mittlere Länge des längeren Innenleiters mit rund 11,5 mm, die des kürzeren mit rund 2 mm einzusetzen. Damit ergibt sich zum Beispiel für eine Wellenlänge von 10 cm

$$X_1 = 75 \operatorname{tg} \frac{360 \,.\, 1{,}15}{10} = 64{,}5 \text{ Ohm und}$$

$$X_2 = 75 \operatorname{tg} \frac{360 \,.\, 0{,}2}{10} = 9{,}3 \text{ Ohm}$$

Rechnet man dies für verschiedene Wellenlängen durch und trägt man die so erhaltenen Werte von X über der Wellenlänge auf, so erhält man die Kurve nach Abb. 3. Der gesamte induktive Blindwiderstand der Leitung ist dann die Summe von X_1 und X_2.

Um Resonanz zu erhalten, muß nun der durch die Kapazität zwischen den Innenleiter gebildete kapazitive Blindwiderstand dem Betrage nach gleich dem induktiven gemacht werden.

Mit den angegebenen Abmessungen erhält man die maximale Kapazität (bei der in der Abb. 1 gezeichneten Stellung)

$$C_{max.} = \frac{1^2 \,.\, \pi}{4 \,.\, 4\, \pi \,.\, 2} \left(\frac{1}{0{,}215} + \frac{1}{0{,}015}\right) = \\ = 2{,}2 \text{ cm} = 2 \text{ pF}$$

Die kleinste Kapazität ergibt sich, wenn der „Rotor" um 180 Grad verdreht ist, es wird dann

$$C_{min.} = \frac{1^2\, \pi}{4 \,.\, 4 \,.\, \pi} \cdot \frac{1}{0{,}115} = \\ = 0{,}55 \text{ cm} = 0{,}5 \text{ pF}$$

Sie wird allerdings durch die durch Rechnung nicht leicht zu erfassende Randstreuung noch etwas verkleinert. Trägt man nun in Abb. 3 den Blindwiderstand der Kapazität mit umgekehrten Vorzeichen auf, so kann man durch die Schnittpunkte A und B der Kurve des induktiven Widerstandes mit den Geraden für Cmax und Cmin sofort den Wellenbereich des Topfkreises bestimmen. Im vorliegenden Falle reicht dieser von ungefähr 8,65 cm bis etwa 15,9 cm und verteilt sich auf einen Drehwinkel von 180 Grad.

Um diesen Topfkreis als Wellenmesser benützen zu können, benötigt man eine Ankoppelmöglichkeit an den zu messenden Generator sowie einen Indikator. Je loser dabei gekoppelt wird, um so weniger wird natürlich der Kreis gedämpft. Zur Ankopplung genügt ein kurzes, 2 bis 4 cm langes Drahtstück, eine kleine Antenne, das durch eine Isolierdurchführung in das innere des Topfkreises ragt und dort, zu einer Koppelschleife gebogen, mit dem Boden verlötet wird. An Stelle dieser induktiven Kopplung kann man auch eine kapazitive verwenden, es wird eben dann das Ende des Kopplungsdrahtes nicht mit dem Boden verlötet, sondern es wird nahe an den Innenleiter herangeführt. Bei dieser Art der Ankopplung ist es erforderlich, daß man mit der „Antenne" nahe genug an den Generator herankann. Wenn dies nicht der Fall ist oder bei Oszillatoren kleiner Leistung empfiehlt es sich jedoch, den Ankopplungsdraht zu einem Kabelschluß zu führen, so daß eine passende Kabelverbindung hergestellt werden kann.

Für die Ankopplung des Detektors benützt man auch ein kurzes Drahtstückchen, wobei der Gleichstromweg durch eine mit dem Gehäuse verbundene HF-Drossel (etwa 8 bis 10 Windungen auf 3 mm Durchmesser) hergestellt wird. Das andere Ende des Detektors führt zum Galvanometer, dessen anderer Pol am Gehäuse liegt. Als Stützpunkt für den Detektor wird der Kondensator benutzt, der die restliche Hochfrequenz parallel zum Instrument kurzschließen soll und aus einer einzigen, etwa 1 Quadratzentimeter großen Platte mit Folienzwischenlage (zirka 0,1 mm) besteht.

Ein besonderes Problem ist natürlich der Detektor. Während des Krieges wurden für derartige Zwecke Ausführungen entwickelt, die eine Länge von nur 6 bis 8 mm aufwiesen. Allerdings war die Konstanz und Überlastungsfähigkeit nicht sehr groß. Bei der Herstellung solcher Detektoren kommt es vor allem auf geringste Kapazität an. Es muß also eine sehr feine Spitze verwendet werden, während diese andererseits aber auch wieder so kurz sein muß, daß sie keine nennenswerte Induktivität besitzt. Die Herstellung solcher Topfkreise ist nicht schwierig. Das Material ist *ziemlich* gleichgültig, wenn nur die Oberflächen mit gut leitendem Material überzogen werden. Der leichten Bearbeitung wegen verwendet man gerne Messing, es kann aber auch Eisen benützt werden. In diesem Falle muß aber die innere Oberfläche ausreichend verkupfert werden, wobei sich an den Kontaktstellen Schwierigkeiten ergeben können, auch ist die geforderte Maßhaltigkeit schwerer zu erreichen. Auf jeden Fall ist es aber empfehlenswert, zur Kleinhaltung der Verluste den Boden mit dem längeren Innenleiter und mit dem Mantel zu verlöten. Für besondere Anforderungen an die Konstanz wurden Körper aus versilberter Keramik verwendet. Die Ankopplungen werden zur Erzielung größter Güte und Trennschärfe einstellbar gemacht.

Zum Schluß soll jedoch ein Nachteil aller Topfkreisschwinger nicht unerwähnt bleiben. Es ist dies die Mehrdeutigkeit der Resonanz, die sich daraus ergibt, daß sich der Widerstandsverlauf wie bei allen Leitungsgebilden periodisch wiederholt. In der Praxis ist dies jedoch kein großer Nachteil, da bei diesen kurzen Wellen der benützte Frequenzbereich meist sehr klein ist und die ungefähre Größe der zu messenden Wellenlänge gewöhnlich bekannt ist.

(Schluß von Seite 89)

Die Trommel hat einen Umfang von 200 Millimeter und macht in der Sekunde eine Umdrehung. Damit berechnet sich die Punktezahl mit

5,33 . 200 . 1 = 1066 Bildpunkte pro Sekunde.

Der für die Übertragung notwendige Frequenzbedarf wird daraus, ähnlich wie bei der Telegraphie, mit etwa 500 Hertz bestimmt. Der Text einer Seite bedeckt eine Fläche von 170 × 230 Millimeter, die annähernd doppelt so groß als ein normales Bild ist. Die Zeit für die Abtastung eines normalen Bildes errechnet sich mit

130 . 5,33 = 700 Sekunden oder etwa 12 Minuten.

Die Übermittlung einer Seite unserer Zeitschrift würde also annähernd 20 Minuten erfordern und ein Frequenzband von 500 Hz belegen. Das übermittelte Bild wäre weitaus nicht so klar, wie der vor uns liegende Druck. Ein „e" mißt nur 1,5 Millimeter und wird daher mit nur acht Linien wiedergegeben. (Abb. 3.)

Wollten wir aber im Fernsehgerät unsere „Radio-Rundschau" aufgeschlagen sehen, um sie zu lesen, so müßte die Übertragung des Bildes nicht in zwanzig Minuten, sondern fünfundzwanzigmal in der S e k u n d e erfolgen! Die Punktezahl je Sekunde würde damit, von kleinen Kunstgriffen der Fernsehtechnik abgesehen, um 20 . 60 . 25, das ist um das Dreißigtausendfache höher werden. Der Frequenzbandbedarf wäre 15.000.000 Hertz. Soll die Übertragung drahtlos erfolgen, so muß auch dieses Frequenzband einem hochfrequenten Träger aufmoduliert werden. Bei Amplitudenmodulation wird somit die erforderliche Bandbreite doppelt so groß, also 30 MHz. Dieses Frequenzband könnte die Abwicklung von 5000 gleichzeitigen Telephongesprächen zulassen. Wir erkennen daraus, welch ungeheuer hohen Frequenzaufwand Fernsehübertragungen erfordern.

Probleme der Hochvakuumtechnik

unter besonderer Berücksichtigung der Röhrenregeneration

Von Dipl.-Ing. Bruno Deutsch.
(Aus dem physikal. Laboratorium des Technologischen Gewerbemuseums, Wien)

I. Einleitung:

Über Gasdruck im allgemeinen, Partialdruck und Dampfdruck.

Wenn auch als allgemein bekannt vorausgesetzt werden darf, daß wir unter Vakuum die Luft- bzw. Gas-„leere" eines Raumes verstehen (alle anderen Anwendungen des Wortes sind von dieser Bedeutung übertragen worden), so erscheint es doch hier notwendig, den Begriff etwas schärfer zu umreißen. Dazu benötigen wir zunächst eine klare Vorstellung über das Wesen des Gasdruckes. Im Gegensatz zu Flüssigkeiten und festen Stoffen ist jedes Gas bestrebt, einen Raum ganz und - solange wir uns auf Größenordnungen eines Rohres oder einer Apparatur beschränken - auch ganz gleichmäßig auszufüllen. Dieses Bestreben äussert sich in einem allseitig gleichen Druck auf die Gefäßwand. Es ist begreiflich, daß in einem bestimmten Raum ein umso größerer Druck herrscht, je größer die eingeschlossene Gasmenge ist. Umgekehrt wird der Druck umso niedriger, je mehr Gas aus dem betrachteten Raum entfernt wird. Er ist, dem Boyle-Mariotteschen Gesetze zufolge, das bei verdünnten Gasen mit bester Genauigkeit gilt, bei festem Volumen der beinhalteten Gasmenge gerade proportional.

Als Maß für den Luftdruck dient bekanntlich die Höhe jener Quecksilbersäule, die denselben hydrostatischen Druck hervorruft. Die Druckeinheit von 1 mm Quecksilbersäule nennt man auch 1 Torr (nach dem italienischen Physiker Torricelli); wir werden uns durchwegs dieser Bezeichnungsweise bedienen. Ist man auch in der Meteorologie und in der Schalttechnik zu anderen Druckeinheiten übergegangen, so hält doch die Vakuumtechnik zumindest noch vorläufig am Alten fest. Gegenüber den 760 Torr, die dem normalen Luftdruck entsprechen, haben wir es bei Vakuum natürlich nur mit Bruchteilen eines Millimeters zu tun. Diese Bruchteile werden zumeist durch negative Zehnerpotenzen z. B. 10^{-6} statt 1/1,000.000 angegeben. Je höher die negative Hochzahl, desto besser das Vakuum. Ein a b s o l u t e s V a k u u m, einen Zustand also, der den Gasdruck Null besitzt, g i b t e s n i c h t. Warum, werden wir in Kürze verstehen lernen. Von etwa 10^{-4} Torr an sprechen wir von Hochvakuum, benötigen jedoch für die meisten Röhren Vakua von etwa 10^{-6} bis 10^{-8} Torr. Was das bedeutet, soll ein Vergleich veranschaulichen: Der Druck ist bei 10^{-6} Torr auf den 760-millionsten Teil seines ursprünglichen Wertes abgesunken, oder mit anderen Worten, von je 760 Millionen Gasmolekülen sind alle bis auf eines entfernt worden. Dem würde also entsprechen, wenn die Bevölkerung der halben Erde bis auf einen einzigen Menschen verschwinden würde. (Trotz der ungeheuren Verdünnung, die der Vergleich veranschaulicht, befinden sich doch immer noch 35 Millionen Gasmoleküle in einem Kubikmillimeter!)

Ein anderes Beispiel: Eine Verschlechterung des Vakuums von 10^{-6} auf 10^{-4} Torr bedeutet den Funktionstod so manchen Rohres. Erfolgt nun diese Druckerhöhung infolge Lufteintritt durch einen feinen Riß und würde dieser Druckanstieg in 10 Sekunden erfolgen, so dauerte es etwa 25 Jahre, bis der Druckunterschied gegen die umgebende Luft nur noch etwa 100 Torr betragen würde. Man sieht, daß „luftdicht" im alltäglichen Sprachgebrauch noch lange nicht „vakuumdicht" bedeuten muß. Risse und Poren, die auch dem mit einer kräftigen Lupe bewaffneten Auge oft unsichtbar bleiben, machen ein Gefäß undicht im Sinne der Hochvakuumtechnik und bilden damit eine gefürchtete Fehlerquelle.

Wir haben bisher vom Gasdruck gesprochen, ohne uns zu interessieren, ob dieser von einem Gasgemisch oder einem Einzelgas hervorgerufen wird. Haben wir es mit einem Gemisch zu tun, so setzt sich der Gesamtdruck aus den Einzeldrucken der Komponenten additiv zusammen. Dieser Einzeldruck oder P a r t i a l d r u c k spielt in der Physik der Gase und in der Hochvakuumtechnik eine außerordentliche Rolle und entspricht genau jener Größe, die eine gleiche Gasmenge, wenn allein in demselben Raume vorhanden, als Gesamtdruck hervorrufen würde.

Nun benötigen wir noch eine Definition des Begriffes „D a m p f d r u c k". Jeder feste oder flüssige Stoff zeigt ein bestimmtes, als Druck meßbares Bestreben, in den gasförmigen Zustand überzugehen und folgt diesem Bestreben mehr oder weniger heftig solange, als der Partialdruck des eigenen Gases (Dampfes) in der unmittelbaren Umgebung geringer als eben jener Dampfdruck ist. Auf den Gesamtdruck der umgebenden Atmosphäre kommt es dabei zunächst nicht an. So verdampft etwa Wasser in einem Raum unbekümmert, ob der darin herrschende Druck hunderte Atmosphären beträgt oder nur einige Torr; wesentlich und entscheidend ist nur, ob der P a r t i a l d r u c k des Wasserdampfes in der Umgebung kleiner ist, als der der herrschenden Temperatur entsprechende W a s s e r d a m p f d r u c k. Außer der erwähnten Temperaturabhängigkeit des Dampfdruckes besteht begreiflicherweise eine weitgehende Abhängigkeit von der Natur des Stoffes; d. h. ein stark flüchtiger Stoff, wie Aether oder Kampfer, wird einen höheren Dampfdruck besitzen, als etwa ein Öl, Mineral oder Metall.

Eine Vorstellung einiger auf Größenordnungen gerundeter Werte gibt die Tabelle 1.

Dampfdruck einiger Stoffe bei verschiedenen Temperaturen in Torr.

Temp. in °C	Äther	Wasser	Quecksilber	Kampfer	Zink	Nickel und Eisen
0	200	5	4×10^{-4}	0.06		
100	5000	760	0,3	25		
300					10^{-3}	
600					10	
800						10^{-8}
1300						10^{-3}

II. Vakuumtechnische Pump- und Meßmethoden.

Aus zweierlei Gründen wird dem Bestreben, ein absolutes Vakuum zu erreichen, eine Schranke gesetzt:

1. durch die Unvollkommenheit der Pumpmethoden und
2. durch die unvermeidlichen Dampfdrucke.

Wir wollen uns zunächst mit dem ersten Punkt befassen. Mit Hilfe von mechanischen, meist in Öl rotierenden Pumpen der verschiedensten Konstruktionen erreicht man, vom Normaldruck ausgehend, rasch ein Vakuum von 10^{-1} bis 10^{-2} mm. Aber wie man mit einem Schruppstahl nicht polieren kann und mit einem Eimer, mit dem man ein Becken ausschöpft, eine letzte Wasserschicht nicht mehr entfernen kann, so versagt auch diese verhältnismäßig grobe Pumpmethode, wenn es gilt, ein Hochvakuum zu erzeugen. Dazu werden allgemein Diffusionspumpen in mannigfachen Ausführungsformen verwendet, deren Wirkungsweise im Prinzip skizziert werden soll.

Bei der Diffusion handelt es sich um einen Vorgang, der in gewisser Beziehung an die Verdampfung erinnert. Betrachten wir zwei Räume I und II (Abb. 1), deren Trennwand mit kleinen Öffnungen versehen ist und befindet sich in jedem der beiden Räume ein anderes Gas, so werden beide Gase durch die Öffnungen solange ineinander strömen (diffundieren), bis der Partialdruck eines jeden Gases beiderseits der Trennungsfläche gleich ist. Wieder ist eine Gleichheit der Gesamtdrucke belanglos und vermag nicht die Gase im Gleichgewicht

zu halten, solange nicht alle Partialdrucke gleich sind. Das ist so zu verstehen: Befindet sich z. B. im Raume I Wasserstoff unter 1 at Druck und im Raume II Sauerstoff, ebenfalls unter 1 at, so bedeutet das nicht etwa einen Gleichgewichtszustand, da ja der Partialdruck des Sauerstoffes links Null und rechts 1 at beträgt, während beim Wasserstoff die Verhältnisse umgekehrt liegen. Erst wenn durch Diffusion die beiderseitigen einzelnen Partialdrucke gleich geworden sind, kommen die Gase zur Ruhe.

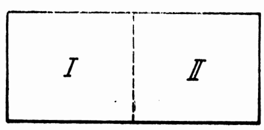


Abb. 1
Zur Erklärung der Diffusion.

Auf dieser Tatsache beruht die Wirkung der Pumpe, die in Abb. 2 schematisch dargestellt ist. Das im Kolben K befindliche Quecksilber wird erhitzt und verdampft. Der an der Düse D vorbeiziehende Quecksilberdampfstrom enthält keinen Partialdruck eines anderen Gases, sodaß jedes Gas aus dem Raume HV in diesen Quecksilberstrom hineindiffundiert und auf seinem Wege mitgerissen wird.*) Das Quecksilber wird gleich hinterher mit Hilfe einer kräftigen Kühlung kondensiert und über eine Rohrkrümmung wieder dem Kolben zugeführt. Soll ein Rückströmen des gepumpten Gases verhindert werden, so muß es durch eine sog. Vorvakuumpumpe entfernt werden. Dazu aber dient meist eine der vorerwähnten Rotationspumpen. Je besser das Vorvakuum, desto besser das erreichbare Hochvakuum, sodaß durch Hintereinanderschalten mehrerer Diffusionspumpen eine erhebliche Vakuumverbesserung erzielt werden kann, allerdings sehr auf Kosten der Pumpgeschwindigkeit, da jede Stufe einen erheblichen Strömungswiderstand bildet. Da durch die Düse nicht nur das zu pumpende Gas in den Quecksilberdampfstrom diffundiert, sondern auch Quecksilberdampf in der Gegenrichtung (wenn auch in weit schwächerem Maße), muß durch Zwischenschalten einer „Kühlfalle“ das Weiterdringen der Quecksilberdämpfe in den eigentlichen Pumpraum verhindert werden. Ein entsprechend geformter Teil der Rohrleitung wird mittels flüssiger Luft oder einem Brei aus Alkohol und Kohlensäureschnee so tief gekühlt, daß darin Quecksilber mit Sicherheit kondensiert.

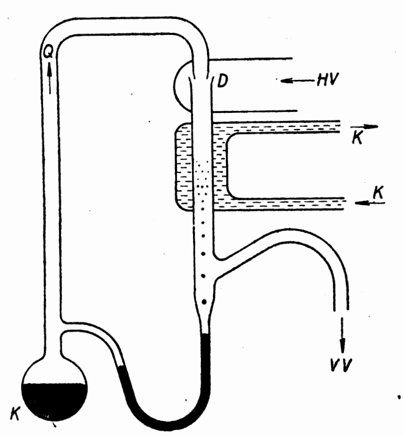


Abb. 2
Diffusionspumpe (halbschematisch)
K Kolben mit Quecksilbervorrat, Q Richtung des Quecksilberdampfstromes, D Runddüse, HV Hochvakuumraum, K,K Zu- und Abfluß des Kühlwassers, VV zur Vorvakuumpumpe.

*) Quecksilberdampf kann somit n i c h t aus dem Rezipienten gepumpt werden, es sei denn, man verwendet eine andere Flüssigkeit zum Betrieb der Pumpe.

Eine große Rolle in der praktischen Hochvakuumtechnik spielt die Getterung. Dabei wird durch Pumpen ein minder hohes Vakuum erzeugt (erheblicher Zeitgewinn!) und der Gasrest durch Adsorption oder chemische Reaktion an ein sogenanntes Gettermetall gebunden, das in einem geeigneten Augenblick im Innern der Röhre auf elektrischem Wege zum Verdampfen gebracht wird. Mit dem als ionisierter Dampf äußerst reaktionsfähigen Metall geht das Gas leicht eine feste Verbindung ein oder wird beim Sublimieren an der Rohrwand festgehalten. Aufgabe dieser Getterstoffe ist aber nicht nur, das Vakuum während des Fabrikationsvorganges beschleunigt zu verbessern, sondern hiefür besonders geeignete Gettermetalle (z. B. Magnesium) sollen auch während des Betriebes zwangsläufig auftretende Vakuumverschlechterungen durch dauernde Bindung der auftretenden Gase hintanhalten (Dauergetter). Besonders vorteilhaft sind sogenannte Mischgetter (z. B. Barium + Magnesium), die beiden Aufgaben gerecht werden.

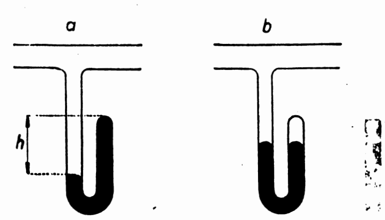


Abb. 3
Verkürztes Quecksilbermanometer.
a... der Druck entspricht m i n d e s t e n s der Quecksilbersäule h
b... die Anlage ist evakuiert; keine Angabe über Vakuumgüte.

Wenn der im Vakuum herrschende Gasdruck auch in mm Quecksilbersäule gemessen wird, so ist es doch begreiflicherweise nicht möglich, diese Bruchteile eines Millimeters an einem normal gebauten Quecksilbermanometer abzulesen. Das nach diesem Prinzip gebaute sogenannte verkürzte Manometer (Abb. 3) ist daher bloß imstande, das Vakuum anzuzeigen, ohne eine Aussage über seine Güte zu machen; man könnte es als Vakuskop bezeichnen.

Das Vakumeter nach Mc Leod komprimiert ein herausgegriffenes Volumen, wonach der entsprechend erhöhte Druck an einer Quecksilbersäule abgelesen werden kann. Diese Meßmethode ist aber zeitraubend und wird daher in der Fabrikation nicht angewendet, weshalb hier nicht näher darauf eingegangen werden soll.

Das Vakumeter nach Pirani (Abb. 4) beruht auf der Tatsache, daß die Wärmeleitfähigkeit eines Gases stark von seinem Druck abhängt. Der elektrisch geheizte Widerstandsdraht im Meßraum wird daher je nach dem Druck des umgebenden Restgases durch Konvektion mehr oder weniger heftig gekühlt. Den sich dadurch einstellenden verschiedenen Drahttemperaturen entsprechen verschiedene elektrische Widerstandswerte, die mittels einer Brückenschaltung einer Messung unmittelbar zugänglich gemacht werden können. Dabei muß beachtet werden, daß die Wärmeleitfähigkeiten der Gase stark differieren, sodaß Eichpunkte des Meßinstrumentes nur für bestimmte Gase gelten können; erst bei gutem Hochvakuum verschwinden diese Unterschiede.

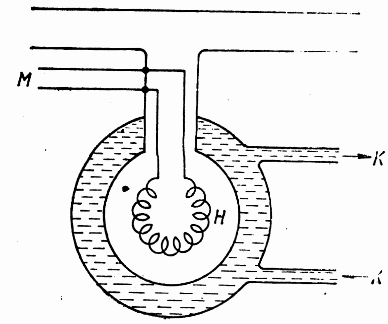


Abb. 4
Vakumeter nach Pirani.
H Heizdraht, K Kühlwasser, M zur Meßbrücke.

Das Molvakumeter nach Gaede (Abb. 5) benützt den sogenannten Radiometereffekt zur Druckmessung. Ein einseitig geschwärztes Glimmerblättchen, das um eine Achse drehbar angeordnet ist, absorbiert die von einem Heizfaden ausgehende Wärmestrahlung. Die auf die geschwärzte Fläche auftreffenden Gasmoleküle werden durch die Zufuhr an Wärmeenergie kräftig abgestoßen und erteilen dadurch dem Blättchen eine Beschleunigung in der Gegenrichtung, deren Größe von der Zahl der Moleküle und damit vom Druck abhängig ist. Bei Vorhandensein einer federnden Rückstellkraft ist der Verdrehungswinkel somit ein Maß für das Vakuum, aller-

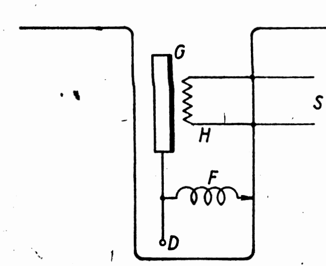


Abb. 5
Molvakumeter nach Gaede (schematisch).
G einseitig geschwärztes Glimmerplättchen, H Heizdraht, D Drehachse, F federnde Rückstellkraft, S zur Spannungsquelle.

dings in gleicher Weise wie beim Piranigerät von der Natur des Restgases nicht unabhängig, solange noch verhältnismäßig hoher Druck herrscht.

In der laufenden Fertigung wird aber meist ein Gerät verwendet, das zwar nur die Vakuumgüte anzuzeigen imstande ist und keine exakte Messung gestattet, das aber diesen Nachteil, der in der Serienfabriktion meist nur geringes Gewicht besitzt, durch eine Reihe von beachtlichen Vorteilen weitaus aufwiegt. Es ist dies ein Hochfrequenzgerät, meist mit einem Teslatransformator ausgestattet, dessen Hochfrequenzspannung von einigen 1000 Volt einpolig geerdet ist. Der andere Pol kann mittels eines isolierten Griffes an beliebige Stellen der Pumpapparatur herangebracht werden und erzeugt, sobald im Innern ein gewisser Grad von Gasverdünnung erreicht ist, eine unter Leuchterscheinung vor sich gehende Elektrizitätsleitung. Die Art der Verteilung und Intensität dieser Leuchterscheinungen sind für den erfahrenen Pumper markante Kennzeichen für die Vakuumgüte, sie bieten ihm darüber hinaus durch ihre Farbe wertvolle Anhaltspunkte über die Natur des angezeigten Gases. Unschätzbare Dienste leistet ein HF-Gerät aber bei der Fehlersuche, d. h. beim Auffinden jener tückischen undichten Stellen, die sich der unmittelbaren Beobachtung so leicht entziehen und unentbehrlich ist es auch, wenn ein nicht mehr an der Pumpe liegendes Rohr auf Vakuum untersucht werden soll.

III. Materialfragen der Hochvakuumtechnik.

Bei logischer Anwendung von allem über den Dampfdruck Gesagten ist es klar, daß der Druck in einem Vakuumrohr auf die Dauer nicht niedriger sein kann, als die Summe der Dampfdrucke aller der darin vorkommenden Stoffe. Diese Tatsache und die sich daraus ergebenden Forderungen bestimmen weitgehend die Auswahl der in Vakuumröhren verwendbaren Materialien. Aus noch zu besprechenden Gründen ist auch gute Temperaturfestigkeit nötig, sodaß dem Röhrenbauer keine allzu große Zahl an brauchbaren Aufbaustoffen zur Verfügung steht. So sind alle leicht bearbeitbaren Isolierstoffe, wie Kunstharze, Fiber, Gummi usw., für den Röhrenbau ungeeignet. Zur Verfügung stehen vor allem: Glas, Quarz, Glimmer und die verschiedenen Keramiken, wie Calit, Steatit usw., deren Anwendung auch in der übrigen Elektroindustrie in letzter Zeit sehr zugenommen hat.

Die leitenden Teile eines Röhrenaufbaues müssen nach gleichen Gesichtspunkten gewählt werden. Damit verbietet sich jede Verwendung von Zinn (Weißblech, Schaltdraht, Lötzinn) und Zink (auch in Messing); auch Kupfer und Aluminium werden für Massenfertigung vermieden, da bei ihnen die sonst mit Vorteil angewendete elektrische Widerstandsschweissung nicht oder zumindest nur schlecht anwendbar ist. Beste Verwendbarkeit besteht u. a. für Nickel, Eisen, Wolfram, Molybdän und Graphit, wobei natürlich auch technologische Überlegungen ins Kalkül zu ziehen sind.

Daß an Stelle von Löten die Punktschweißung anzuwenden ist, wurde schon angedeutet. Hartlötung ist zwar grundsätzlich möglich, wird aber in den seltensten Fällen zweckmäßig sein. Hingegen sind einfache Klemm- bzw. Schraubverbindungen in Vakuum eher brauchbar als sonst, da hier keine Kontaktverschlechterung durch Oxydation zu befürchten ist.

Zum besseren Verständnis muß noch erwähnt werden, daß es zur Erzielung eines guten und dauerhaften Vakuums keinenfalls genügt, ein Rohr solange zu pumpen, bis der gewünschte Druck erreicht ist. Jedes Metall ist in vakuumtechnischer Hinsicht wie ein Schwamm zu betrachten und enthält unglaubliche Gasmengen, die während des Pumpprozesses energisch entfernt werden müssen, sollen sie nicht durch langsames Freiwerden eine stetige Vakuumverschlechterung bewirken, die durch thermisch ausgelöste Gasausbrüche außerordentlich beschleunigt werden kann. Man muß daher während des Pumpens hohe Temperaturen herstellen, einerseits, um unerwünschte Stoffe wie Fettspuren, Feuchtigkeit usw. durch Erhöhung ihres Dampfdruckes schneller abpumpen zu können und andererseits, um die in den Metallteilen enthaltenen Gase verläßlich weitgehendst auszutreiben. Dazu erzeugt man zunächst durch Raumheizung eine für das Glas gerade noch ohne Erweichung zuträgliche Temperatur und erhitzt die Metallteile anschließend gesondert durch von außen induzierte Hochfrequenz-Wirbelströme oft bis zur hellen Rotglut, jedenfalls aber wesentlich über die höchste im Betrieb zu erwartende Temperatur.

Ein weiterer Komplex von Schwierigkeiten ergibt sich aus der Notwendigkeit, vakuumdichte Durchführungen ins Röhreninnere für Elektrizitätsleitung zu schaffen. Zur Erläuterung soll zunächst der Werdegang eines einfachen Vakuumrohres angedeutet werden.

Bei der älteren, aber noch gebräuchlichen Ausführung mit Quetschfuß (Abb. 6) werden die Durchführungsdrähte in einem am anderen Ende aufgebördelten Glasrohr eingepreßt. Gleichzeitig wird der sogenannte

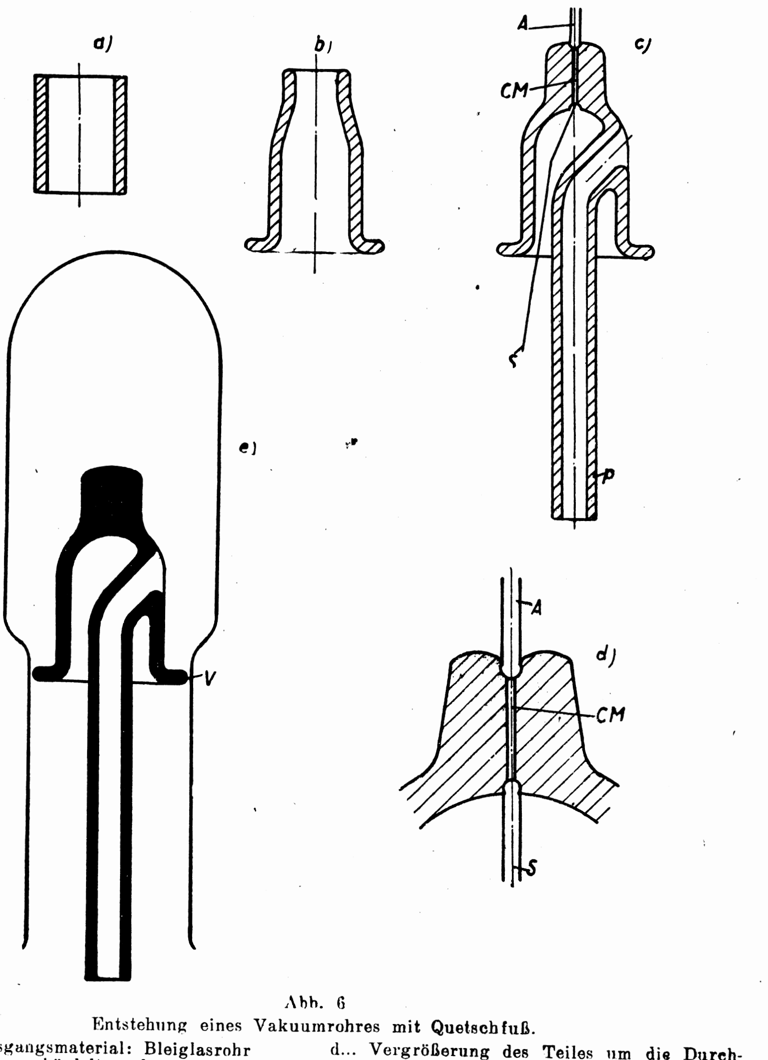


Abb. 6

Entstehung eines Vakuumrohres mit Quetschfuß.

a... Ausgangsmaterial: Bleiglasrohr
b... Rohr umgebördelt und vorgequetscht
c... Elektroden eingequetscht. P Pumpstengel, S Teil der Elektrode, der an den Sockelkontakt gelötet wird (Kupfer), A Teil der Elektrode, der den Aufbau trägt (Nickel), CM Kupfermanteldurchführung.
d... Vergrößerung des Teiles um die Durchführung.
e... Verschmelzung mit dem Kolben. Konturlinien und Aufbau sind weggelassen. V Verschmelzungsstelle (der untere Teil des Kolbens fällt dann weg).

Pumpstengel angeschmolzen, durch den das Rohr später evakuiert wird. Nun kann der vorbereitete Röhrenaufbau an die Elektroden geschweißt werden, worauf das Ganze in einen Kolben verschmolzen und gepumpt wird. Moderne Röhren, bei denen viel Wert auf Platzersparnis gelegt wird, gehen von einem Preßteller aus (Abb. 7), in dem die Durchführungen nicht nebeneinander, sondern kreisförmig angeordnet sind. Die weiteren Arbeitsvorgänge sind analog. Ein Kapitel für sich bilden die Stahlröhren, bei denen nur Glasperlen als Durchführungsisolation dienen und der Kolben mit dem Grundteller elektrisch verschweißt wird (Schweißströme um 20000 A!).

In all diesen Fällen besteht die Forderung, einen Metalldraht so innig mit Glas zu verbinden, daß auch den verschärften Dichtigkeitsansprüchen der Hochvakuumtechnik, wie sie eingangs angedeutet worden sind, Genüge geleistet wird. Dazu muß zwischen Metall und Glas eine große Adhäsion und eine gute Übereinstimmung der beiden Wärmeausdehnungskoeffizienten in einem weiten Temperaturbereich bestehen. Die in den Anfängen der Vakuumtechnik üblich gewesenen Platindurchführungen konnten natürlich bei dem ungeheuren Aufschwung der Glühlampen- und Elektronenröhrenindustrie nicht übernommen werden. Da aber die Ausdehnungszahlen von Glas je nach seiner Zusammensetzung in verhältnismäßig weiten Grenzen variierbar sind (3 bis 10×10^{-6}) und auch die Metalle durch Legierung in ihren thermischen Eigenschaften weitgehend abgewandelt werden können, war es nur eine Frage von Versuchen, geeignete Kombinationen zu finden. Wohl die größte Bedeutung für kleine und mittlere Stromstärken hat der sogenannte Kupfermanteldraht, der gemeinsam mit dem leicht erweichbaren Bleiglas verwendet wird. Es handelt sich dabei um eine mit einem Kupferüberzug versehene Eisennickellegierung, die bei Quetschfüßen nur als kurzes Stück zwischen Kupfer und Nickel eingesetzt wird (Fig. 6, d).

Eine Drahteinschmelzung bleibt aber auf jeden Fall eine empfindliche Stelle und ist bei der großen Wärmeträgheit des Glases sorgfältig vor elektrischer Überlastung des Drahtes zu schützen. Einmal aufgetretene, wenn auch noch so feine Sprünge im Glas können nicht mehr repariert werden und bedeuten je nach ihrem Verlauf eine Gefahr für das Vakuum oder seine Zerstörung.

Die geringe Wärmeleitfähigkeit des Glases bedingt, daß Materialansammlungen, wie sie bei Drahteinschmelzungen nicht zu vermeiden sind, nur dann ohne gefährliche Eigenspannungen bleiben, wenn man ihnen Gelegenheit gibt, nach der Bearbeitung sehr langsam auszukühlen. Bis zu einem gewissen Grad unvermeidbar sind solche Eigenspannungen, wenn Gläser mit verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten miteinander verschmolzen werden, wie es gerade im Röhrenbau häufig der Fall ist (z. B. Einschmelzstelle des Kolbens). Auch solche Stellen müssen vorsichtig gekühlt (getempert) werden und sind bei einer mit Öffnung des Rohres verbundenen Regeneration sorgfältig vor starker Erhitzung zu bewahren. Diese Tatsache ist oft von entscheidendem Einfluß auf die Beantwortung der Frage, ob eine Regeneration durchführbar ist oder nicht.

Glasteile, die durch zu große Eigenspannungen gefährdet sein können, müssen rechtzeitig daraufhin untersucht werden. Man kann die Spannungen dann entweder durch nochmaliges Tempern abschwächen, wenn nicht beseitigen, oder zumindest verhindern, daß ein nicht einwandfreies Halbfabrikat weiter verarbeitet wird und später die Fertigware zum Ausschuß macht. Eine solche Untersuchung geschieht mit Hilfe von polarisiertem Licht und vermittelt durch direkte Beobachtung Anhaltspunkte sowohl über den Verlauf als auch über die Größe der Spannungen im Glase.

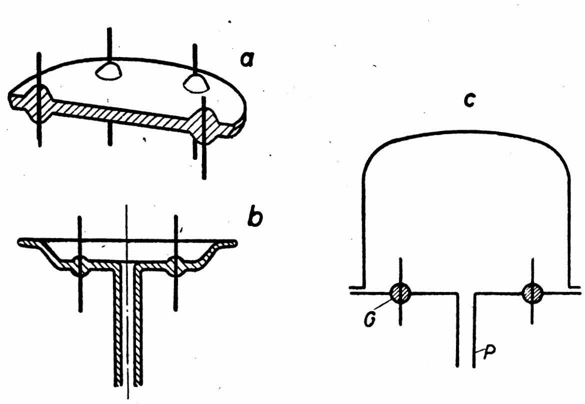


Abb. 7

Preßteller. Herstellung mittels Preßwerkzeug in einem Arbeitsgang.

a... Schnitt durch kleinere Type mit 6 Durchführungen (vergr.)

b... Schnitt durch größere Type mit angesetztem Pumprohr. Kröpfung zur Spannungsentlastung. Weiter hinten liegende Durchführungen sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen.

c... Stahlrohr (schematisch). G Glasperle. P Pumprohr aus Stahlblech.

IV. Über Glühkathoden.

Die für eine Elektrizitätsleitung im Vakuum notwendigen Elektronen werden bekanntlich von Kathoden geliefert. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Elektronen aus einer Kathode zu befreien; wir beschränken uns hier auf die Betrachtung jenes Falles, daß dies durch Erhitzung geschieht.

Die freien Elektronen eines Metalles vollführen ebenso Wärmebewegungen wie die Atome und Moleküle und vermögen dadurch auch das Metall zu verlassen, wenn ihre Bewegungsenergie groß genug ist. Eine grobe Veranschaulichung vermittelt die Abb. 8: Kleine Flüssigkeitsteilchen springen infolge ihrer Anfangsgeschwindigkeit mehr oder weniger hoch über das Flüssigkeitsniveau. Bei Einwirkung einer in Pfeilrichtung verlaufenden Luftströmung fallen alle Teilchen in den Behälter zurück, die der Einwirkung dieses Windes durch die Gefäßwand entzogen bleiben. In ähnlicher Weise können nur jene

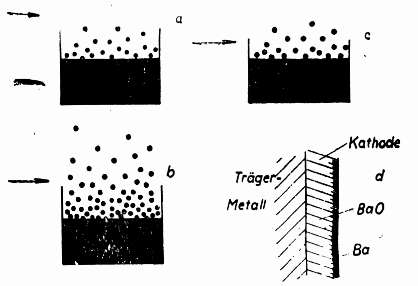


Abb. 8

Zur Erklärung der Glühemission.
a... allgemeiner Fall
b... Analogie zum Hellbrenner
c... Analogie zur Bariumkathode
d... Oxydkathode

Elektronen das Kathodenmetall verlassen und durch eine angelegte Spannung abgesaugt werden, die eine gewisse Austrittsarbeit aus dem Metall geleistet haben. Diese Elektronenaustrittsarbeit ist nur von der Natur des Metalles abhängig und bei unserer Veranschaulichung mit der Höhe der Gefäßwand über dem Flüssigkeitsniveau zu vergleichen.

Will man eine größere Teilchenzahl absaugen, so muß man entweder die Bewegungsenergie erhöhen (Abb. 8, b = stärker erhitzen) oder die Gefäßwand niedriger halten (Abb. 8, c = Metall mit geringerer Elektronenaustrittsarbeit wählen). Je nach Zweckmäßigkeit entscheidet man sich im konkreten Falle für den einen oder anderen Weg.

Die erste Methode wird bei den Hellbrennern mit einer Kathode aus Wolfram oder Platin angewendet, bei denen eine Temperatur von rund 2500°C den Elektronenaustritt erzwingt. Die verhältnismäßig große Heizleistung wird in Kauf genommen, wenn z. B. zu hohe Anodenspannungen wie bei Röntgenröhren und -ventilen eine andere Kathodenart ausschließen. Denn der Vorteil einer geringen Elektronenaustrittsarbeit und damit verbundenen geringen Heizleistung wird durch andere Nachteile erkauft: so sind etwa Erdalkalimetal-

le, von denen sich Barium an erster Stelle zum Kathodenmetall eignet, an Luft äußerst unbeständig und können in metallischem Zustand überhaupt nicht verarbeitet werden. Man ist daher genötigt, einen Umweg zu wählen und erst im Rohr bei bereits erreichtem Hochvakuum das reine Metall entstehen zu lassen.

Dazu bringt man eine „Kathodenpaste", deren wesentlichster Bestandteil Bariumkarbonat ist, auf einem anderen Metall auf und erhitzt während des Pumpprozesses, wobei sich das Karbonat unter Abgabe von Kohlendioxyd in Bariumoxyd verwandelt. Dieses bildet nun die Grundsubstanz der Kathode, weshalb man hier auch von Oxydkathoden spricht. Durch Elektrolyse bildet sich an der Oberfläche eine metallische Bariumschichte (Aktivieren der Kathode), von der die eigentliche Elektronenemission ausgeht. Da das Barium aber nicht nur Elektronen abgibt, sondern auch selbst nach und nach abdampft, muß die Elektrolyse ständig neues Metall nachliefern, bis der Vorrat an Bariumoxyd erschöpft und das Rohr „taub" geworden ist.

Da das Abdampfen bei Überheizung außerordentlich beschleunigt wird, ist damit eine Verkürzung der Lebensdauer ohne Rücksicht auf die tatsächlich entnommenen Stromstärken gegeben. Bei Röhren mit zusätzlicher Jonenleitung (z. B. Glühkathodengleichrichter mit Quecksilber- oder Argonfüllung, Thyratron) besteht auch im Falle von Unterheizung eine Gefahr für die Lebensdauer der Kathode. Es fehlt dann nämlich jene dichte Elektronenwolke, die die empfindliche Kathode vor einem förmlichen Bombardement mit schnellen Jonen schützt (Sprühen der Kathode).

V. Einige Winke über Röhrenregeneration.

Wenn es auch unmöglich ist, dieses gegenwärtig besonders interessante Thema allgemein erschöpfend zu behandeln, so können doch einige Hinweise von Nutzen sein. Um es vorweg zu nehmen: die aussichtsreichen Fälle sind selten.

1. Die Emission hat stark nachgelassen.

In den meisten Fällen ist die aktive Schicht aufgebraucht und eine Regeneration ohne Öffnung des Rohres unmöglich. Darüber siehe Punkt 4. Manchmal führt ein sogenanntes „Nachaktivieren" zum Ziel, bei dem das Rohr unter erheblicher Überheizung einige Minuten in Betrieb gehalten wird. Meist ist der Erfolg allerdings nur von kurzer Dauer und die Emission fällt dann umso rascher ab. Auch besteht beim Nachaktivieren die Gefahr, eine Vakuumverschlechterung hervorzurufen.

2. Das Hochvakuum hat gelitten.

(Feststellung mit Hilfe eines Hochfrequenzgerätes oder durch Gitterstrommessung nach Barkhausen).

Bei geringem Ausmaße der Vakuumverschlechterung kann eine Nachgetterung versucht werden, die dann zum Ziele führt, wenn beim Gettern während der Fabrikation nicht der gesamte Vorrat an Gettermetall aufgebraucht worden ist. Ein vorsichtiges Anwärmen der verspiegelten Rohrwand kann dann zu einem Erfolg führen, wenn die betreffende Stelle nicht mit stark gasbeladenem Gettermetall belegt ist.

Die Fachschule für Radiotechnik am Technologischen Gewerbemuseum in Wien:

Im kommenden Herbst wird am Technologischen Gewerbemuseum in Wien wieder das im Jahre 1936 im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Handel und Verkehr geschaffene Radiotechnische Institut eröffnet.

In diesem wird in einem 4-semestrigen Lehrgang das Gesamtgebiet der Radio- und Fernmeldetechnik in umfassender Weise gelehrt. Es wird nicht nur die Wirkungsweise und Konstruktion von Radioempfängern, Verstärkern und Sendern und deren Aufbau behandelt, sondern es werden auch alle Anwendungsgebiete der Radiotechnik, wie Elektroakustik, Tonfilmtechnik, Fernsehen, Bildfunk und Peilung in Sondervorträgen ausführlich besprochen. Der theoretische Unterricht wird durch Konstruktions- und Laboratoriumsübungen in reichhaltiger Weise ergänzt.

Das Radiotechnische Institut betrachtet es als seine vornehmste Aufgabe, den Kursteilnehmern jenes Rüstzeug zu vermitteln, mit dem sie an der Fabrikation und an der Instandsetzung von Radiogeräten und Anlagen erfolgreich mitwirken können. Als Vortragende werden wieder erste Lehrkräfte und Fachleute insbesondere aus der Industrie und dem Handwerk Verwendung finden.

Zur Annahme ist ein Mindestalter von 17 Jahren und das Ablegen einer Aufnahmsprüfung aus den Gegenständen Mathematik und Physik im Ausmaße des Lehrstoffes einer Oberrealschule erforderlich. Studierenden, die eine Reifeprüfung abgelegt haben, wird die Aufnahmeprüfung erlassen. Bei entsprechender Vorbildung ist auch die Aufnahme in ein höheres Semester möglich. Als Erfolgsnachweis sind Einzelprüfungen am Ende eines jeden Semesters abzulegen. Zum Abschluß des gesamten Studienganges ist eine selbständige Arbeit auszuführen, bei der das gewählte Thema praktisch und theoretisch möglichst eingehend durchzuarbeiten ist. Dadurch ergibt sich einerseits nicht nur ein zusammenfassendes Urteil über den Studienerfolg, sondern es wird anderseits der Kursteilnehmer zu selbständigen Entwicklungen und Untersuchungen erzogen.

Die Kursdauer beträgt 2 Jahre. Der Kurs wird am Vormittag gehalten. Der nächste Kurs beginnt Anfang Oktober 1946. Die Einschreibungen und Aufnahmen finden im September statt. Eine möglichst rechtzeitige Anmeldung ist wegen der nur beschränkten verfügbaren Zahl der Laboratoriumsplätze empfehlenswert. Alle näheren Auskünfte, sowie das genaue Kursprogramm und die Aufnahmebedingungen können vom Radiotechnischen Institut am Technologerstraße 59, angefordert werden.

3. Das Vakuum läßt sich durch Nachgettern nicht mehr wiederherstellen, das Rohr ist aber völlig unversehrt.

Bei einer erheblichen Vakuumverschlechterung, die auf größere Gasausbrüche zurückzuführen ist, ohne daß das Rohr undichte Stellen aufweist, kann ein Hochvakuum nur durch nochmaliges Pumpen erreicht werden. Dies ist aber ohne Aufschneiden des Rohres grundsätzlich nur bei Hellbrennkathoden durchführbar. Um nämlich das Nachpumpen durchführen zu können, muß das Rohr an der Abschmelzstelle geöffnet werden, sodaß die Kathode der Luft ausgesetzt wird. Dabei entstehen bei bereits aktivierter Oxykathode Stickstoffverbindungen des Bariums, die nicht nur nicht emittieren, sondern eine nachherige Wiederaktivierung der Kathode völlig verhindern. Man spricht von einer „Vergiftung" der Kathode. Das bedeutet aber, daß die Kathode von Grund auf erneuert werden müßte.

4. Der Heizfaden ist durchgebrannt.

In diesem Falle muß der Kolben an einer geeigneten Stelle aufgeschnitten werden und ein neuer Heizfaden eingesetzt werden. Diese Operation ist nur in seltenen Fällen durchführbar und zweckmäßig u. zw. aus zweierlei Gründen. Zunächst muß bedacht werden, daß beim Aufbau eines Rohres die Kathode meist als erstes angebracht wird, daß also bei einer Reparatur alle übrigen Aufbauteile zunächst entfernt werden müssen. Die Wiederbefestigung würde dieselben Spezialschweißwerkzeuge erfordern, wie die ursprüngliche Fertigung, ist also in den meisten Fällen mit erheblichen Kosten und großem Zeitaufwand verbunden. Abgesehen davon müssen beim Wiederverschmelzen der Öffnungsstelle sowohl der Aufbau als auch alte Verschmelzungsstellen vor einer Einwirkung der Gasflammen bewahrt werden. Aus diesen Rücksichten erübrigt sich eine Regeneration fast jedes kleinen Rohres.

5. Es besteht ein zeitweiser Schluß zwischen verschiedenen Elektroden.

Durch starke Gleichstrombelastung unter gleichzeitigem Beklopfen kann versucht werden, die fehlerhafte Stelle wegzuschmelzen. Auf ähnliche Weise kann man mit entsprechender Vorsicht auch das Gegenteil erreichen, nämlich Verschweißung einer lockeren Kontaktstelle. Bekannt und häufig mit Erfolg geübt ist eine Wiederanschweißung von Heizdrahtenden.

6. Das Glas des Röhrenkolbens ist gesprungen.

Da derartige Glassprünge fast nur bei Einschmelzstellen zu erwarten sind, ist eine Regeneration nur bei gänzlichem Ersatz der betroffenen Stelle durchführbar. Sie wird daher nur bei großen Röhren wie etwa Quecksilberdampf-Gleichrichterzweckmäßig und durchführbar sein.

Strom- und Spannungsverteilung auf einer Hochfrequenzleitung

von Dr. Felix Stark

In der Hochfrequenztechnik werden in steigendem Maße für die verschiedensten Zwecke Leitungen verwendet. Man findet sie als Speiseleitungen, als Blindwiderstände, als Phasenschieber, zur Transformation von Widerständen usw. Es ist daher wichtig, daß man sich jederzeit ein genaues Bild über Strom- und Spannungsverteilung auf einer Hochfrequenzleitung machen kann. Ein graphisches Verfahren wird uns in den Stand setzen, in einem beliebigen

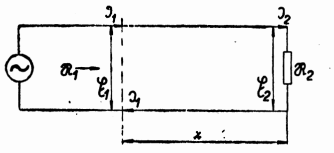


Abb. 1. Schema einer HF-Leitung.

Punkt der Leitung mit genügender Genauigkeit Strom und Spannung abzulesen und die gesamte Verteilung von Strom und Spannung zu übersehen. Nach Abb. 1 sei eine dämpfungsfreie Leitung (Lecherleitung, Koaxialleitung) vom Wellenwiderstand Z mit einem beliebigen Widerstand $\mathfrak{R}_2$ abgeschlossen. Am Ende der Leitung sei die Spannung $\mathfrak{E}_2$, die Stromstärke $\mathfrak{J}_2$. In irgend einem Punkt der Leitung ist dann die Spannung $\mathfrak{E}_1$, die Stromstärke $\mathfrak{J}_1$ und der Eingangswiderstand $\frac{\mathfrak{E}_1}{\mathfrak{J}_1} = \mathfrak{R}_1$. Den Abstand des betrachteten Punktes vom Leitungsende nennen wir x. Er kann

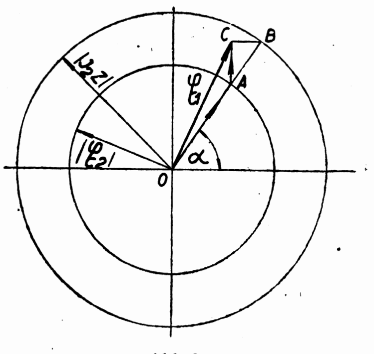


Abb. 2. Ermittlung der Spannung an einer bestimmten Stelle der Leitung.

auch in Graden gemessen werden, wobei einer Wellenlänge 360° entsprechen. Es besteht dann die Beziehung:

$$\alpha = 360 \frac{x}{\lambda}.$$

Wir gehen am besten von dem Spezialfall, daß $\mathfrak{R}_2$ ohmisch ist, aus. Es ist dann $\mathfrak{E}_2$ und $\mathfrak{R}_2$ in Phase. Wir zeichnen nach Abb. 2 zwei konzentrische Kreise mit den Radien

$$/\mathfrak{E}_2/ = /\mathfrak{J}_2 \mathfrak{R}_2/ \text{ und } /\mathfrak{J}_2 Z/.$$

$/\mathfrak{J}_2/$ wählen wir vorläufig beliebig, etwa 1. In einer beliebig gewählten Bezugsrichtung tragen wir $\mathfrak{E}_2$ und $\mathfrak{J}_2 \mathfrak{R}_2$ auf. Von dieser aus tragen wir α auf und bekommen, indem wir BC parallel zu der Bezugsrichtung und AC senkrecht dazu zeichnen, die gesuchte Spannung $\mathfrak{E}_1$ nach Betrag und Phase.

Nach Abb. 3 bekommen wir analog $\mathfrak{J}_1 Z$ und damit $\mathfrak{J}_1$ nach Betrag und Phase. Die beiden Zeichnungen sind hier nur der Übersichtlichkeit halber getrennt ausgeführt. Der Eingangswiderstand ergibt sich sofort dem Betrage nach aus dem Quotienten $\frac{/\mathfrak{E}_1/}{/\mathfrak{J}_1/}$ und sein Phasenwinkel ist der Winkel zwischen $\mathfrak{E}_1$ und $\mathfrak{J}_1 Z$.

Für verschiedene Längen x (bzw. α) bewegen sich die Pfeilspitzen von $\mathfrak{E}_1$ und $\mathfrak{J}_1 Z$ auf den in Abb. 4 gezeichneten Ellipsen, die uns einen schnellen Überblick über Strom- und Spannungsverteilung auf der Leitung geben, die in der Abb. 5 in der üblichen Weise in Abhängigkeit von der Lei-

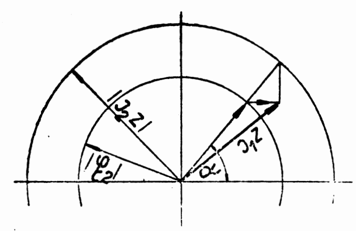


Abb. 3. Bestimmung des Stromes für eine gegebene Stelle der Leitung.

tungslänge gezeichnet ist. Allerdings können aus dieser Darstellung nur die Amplituden von $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{J}$, nicht aber deren Phasenwinkel entnommen werden.

Wie wir später sehen werden, können alle möglichen Strom- und Spannungsverteilungen durch den Abschluß mit einem ohmischen Widerstand dargestellt werden. Es ändert sich nur die Bezugsrichtung für α. Abb. 4 gibt also die allgemeine Strom- und Spannungsverteilung auf einer Leitung wieder.

An den Stellen, wo Strom und Spannung in Phase sind, ist entweder gleichzeitig die Spannung ein Maximum und die Stromstärke ein Minimum (in der Zeichnung für α = 90°, 270°...), oder gleichzeitig die Spannung ein Minimum und die Stromstärke ein Maximum (für α = 0°, 180°, 360°...). Vom Minimum der Spannung an nimmt ihr Betrag mit wachsender Leitungslänge zu. Dabei eilt ihr Phasenwinkel dem Winkel α zuerst vor, wird aber für α = 90° ebenfalls 90°. Hier erreicht die Spannung ihren größten Wert, um nach weiteren 90° Leitungslänge wieder bis zum nächsten Minimum abzunehmen, wobei auch der Phasenwinkel wieder um 90° wächst, allerdings zuerst langsam und dann schneller als α. Ebenso liest man das Verhalten des Stromes mit wachsender Leitungslänge aus der Stromellipse ab.

Aus der Zeichnung geht auch hervor, daß von einem Minimum der Strom der Spannung nacheilt, also der Eingangswiderstand über 90° Länge induktiv ist, über die nächsten 90°, also vor dem Maximum, aber

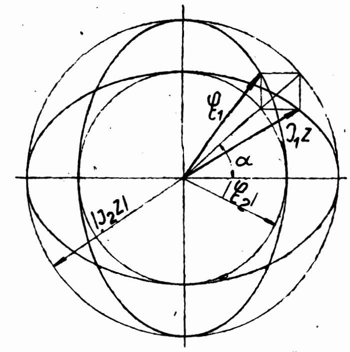


Abb. 4. Strom- und Spannungsellipsen.

kapazitiv ist, weil dort der Strom der Spannung voreilt.

Von besonderem Interesse ist der Fall, daß der Abschlußwiderstand gleich dem Wellenwiderstand ist. Es fallen dann die beiden Kreise mit den Radien

$$/\mathfrak{J}_2 \mathfrak{R}_2/ \text{ und } /\mathfrak{J}_2 Z/ \text{ zusammen } (R_2 = Z)$$

und Strom- und Spannungsellipsen werden zu einem Kreise. Der Betrag von Strom und Spannung bleibt auf der ganzen Leitung gleich und ihre Phase ändert sich proportional der Leitungslänge. Das sind aber die charakteristischen Merkmale einer fortschreitenden Welle. Bei Abschluß mit dem Wellenwiderstand entsteht also auf der Leitung eine fortschrei-

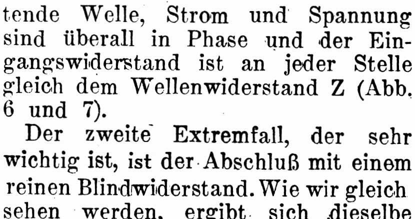


Abb. 5. Strom- und Spannungsverteilung.

tende Welle, Strom und Spannung sind überall in Phase und der Eingangswiderstand ist an jeder Stelle gleich dem Wellenwiderstand Z (Abb. 6 und 7).

Der zweite Extremfall, der sehr wichtig ist, ist der Abschluß mit einem reinen Blindwiderstand. Wie wir gleich sehen werden, ergibt sich dieselbe Strom- und Spannungsverteilung, wenn wir den Abschlußwiderstand Null wählen. Wird der Abschlußwiderstand sehr klein, im Grenzfall Null, so werden die Ellipsen sehr flach, im Grenzfall zu Strecken. Strom und Spannung ergeben sich dann aus Abb. 8. Die Ellipsen sind in die beiden aufeinander senkrechten Strecken ausgeartet.

Charakteristisch ist jetzt, daß der Betrag Spannung längs 90° der Lei-

tung (das ist ein Viertel der Wellenlänge, in Längeneinheiten gemessen) von Null bis zu einem Maximum an-

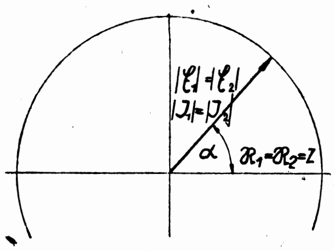


Abb. 6.
Anpassungsfall $\Re_2 = Z$.

steigt, wobei ihre Phase ungeändert bleibt, längs der nächsten 90°, vom Maximum bis Null abnimmt, wobei die Phase nach einem Sprung um 180°

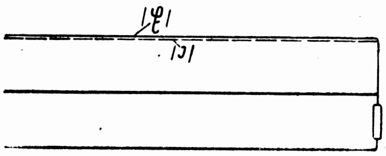


Abb. 7.
Im Anpassungsfall sind Spannung und Strom längs der Leitung konstant.

wieder gleich bleibt. Wir haben es jetzt mit einer rein stehenden Welle zu tun.

Dasselbe gilt für den Strom. Strom und Spannung sind jetzt nach der Zeichnung um 90° verschoben, der Eingangswiderstand ist daher an jeder Stelle ein reiner Blindwiderstand. Man kann die Leitung an einer beliebigen Stelle auftrennen und das kurzgeschlossene Ende durch den Eingangswiderstand an dieser Stelle ersetzen, ohne daß sich Strom- und Spannungsverteilung ändert. Dieser Eingangswiderstand ist ein Blindwiderstand. Daher entsteht auf einer mit einem Blindwidertand abgeschlossenen Leitung eine stehende Welle. Im besonderen kann man die Leitung im Spannungsmaximum auftrennen und offen lassen, weil dort der Eingangswiderstand unendlich ist. Auf einer offenen Leitung bilden sich daher auch stehende Wellen aus. (Abb. 9) Kehren wir zum Allgemeinfall zurück, so können wir uns nach Abb. 2 die Spannung $\mathfrak{E}_1$ zusammengesetzt denken aus dem Vektor OA und dem Vektor AC. OA hat den Charakter einer fortschreitenden Welle, AC den einer stehenden Welle. Die Spannung setzt sich da also im allgemeinen Fall aus einer fortschreitenden und einer stehenden Welle zusammen. Dasselbe gilt für den Strom. Je weiter der Abschlußwiderstand vom Wellenwiderstand abweicht, um so größer wird der Anteil der stehenden Welle an der Spannung.

Wieder können wir uns bei der ohmisch abgeschlossenen Leitung diese an irgend einer Stelle aufgetrennt denken und durch den Eingangswiderstand des abgetrennten Stückes ersetzt denken. Wir haben dann eine

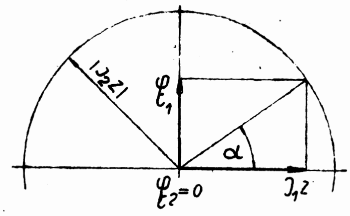


Abb. 8.
Leitung am Ende kurz geschlossen.

mit einem beliebigen nicht ohmischen Widerstand abgeschlossene Leitung, die offenbar dieselbe Strom- und

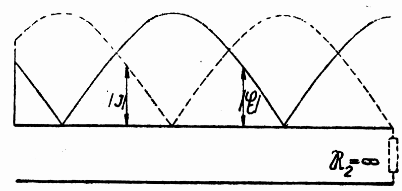
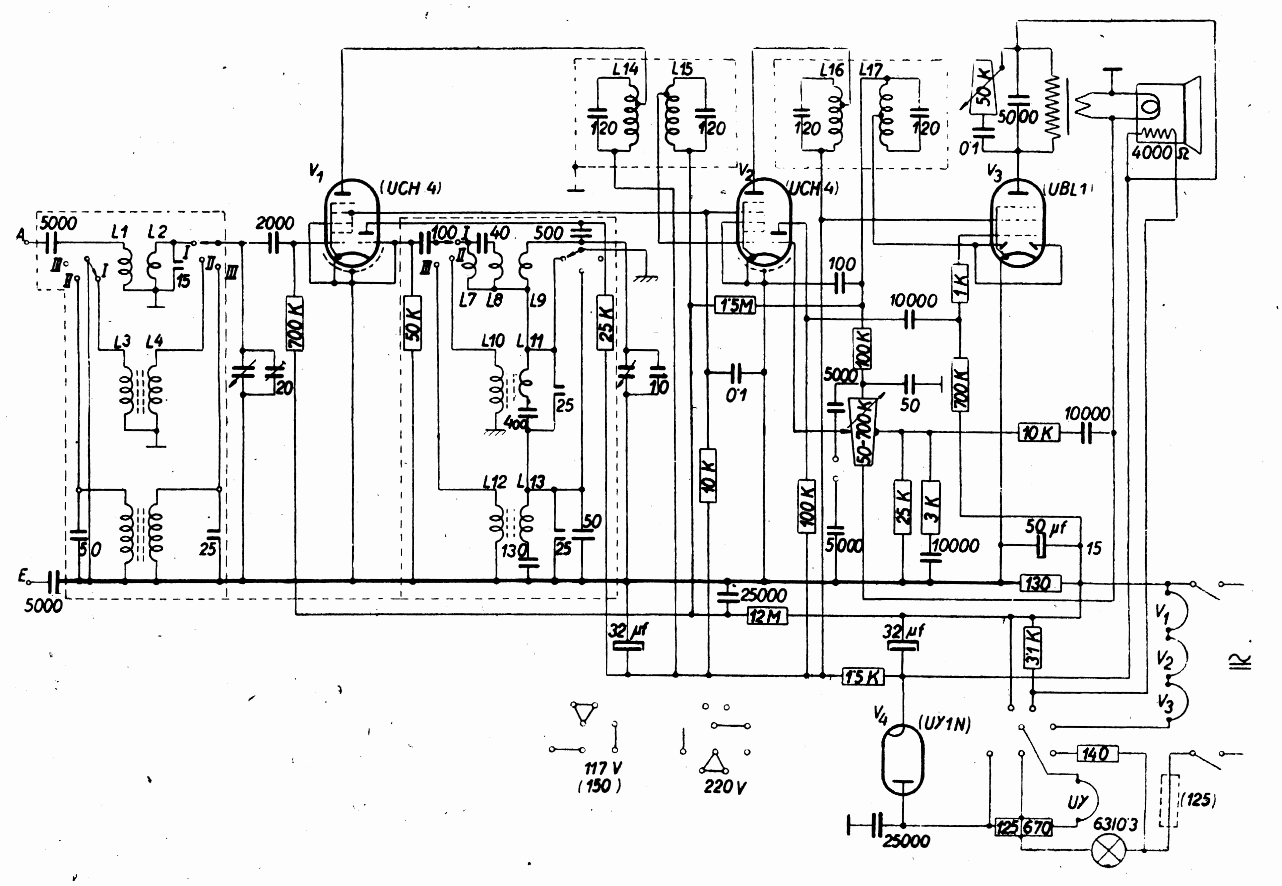


Abb. 9.
Leerlauf der Leitung ($\Re_2 = \infty$).

Spannungsverteilung zeigt, wie eine ohmisch abgeschlossene. Wie wir sie zeichnen, ergibt sich aus dem folgenden Beispiel.

(Wird fortgesetzt.)



Die Schaltung des „Super 447 U".

Geometrische Methoden der Raumakustik

Von Ing. J. Capek

(Fortsetzung von Heft 4)

Sie macht sich dadurch bemerkbar, daß man zwischen den betreffenden Wänden stehend und einen kurzen Schallimpuls hervorrufend (Händeklatschen), eine rasche Folge von Echos in Form eines knatternden Geräusches wahrnimmt. Die Erklärung ist sehr einfach. Es handelt sich um ein mehrfaches Echo, das durch wiederholte Reflexionen des Impulses hervorgerufen wird, der gewissermaßen wie ein Ball zwischen den Wänden hin- und hergeworfen wird. Man überblickt die Verhältnisse am klarsten, wenn man sich jedes Echo als von einem Spiegelbild der Schallquelle herrührend vorstellt, was man in Analogie zur optischen Spiegelung ohne weiteres tun darf. In unserer

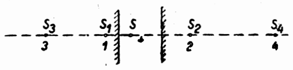
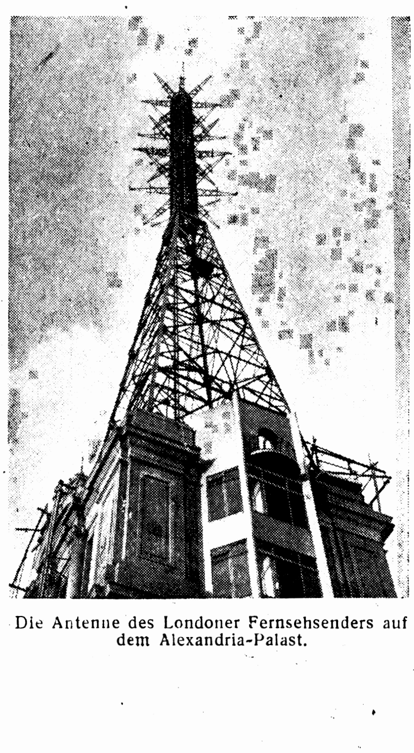


Abb. 4.
Zur Erklärung des „Flatter-Echos" zwischen parallelen Wänden.

Skizze (Abb. 4) ist S_1 das Spiegelbild von S bezüglich der Wand I, S_2 bezüglich der Wand II, S_3 das Spiegelbild von S_2 bezüglich der Wand I und S_4 jenes von S_3 bezüglich Wand II. Man kann die Spiegelung beliebig fortsetzen und erhält eine unendliche Anzahl von Spiegelbildern, welche alle auf einer Geraden liegen. Nun kann man die reflektierten Schallwellen so betrachten als ob sie von Spiegelbildern der Schallquelle herrührten, wenn man annimmt, daß alle Spiegelbilder gleichzeitig mit S den Schallimpuls aussenden. An der Stelle S treffen dann nacheinander die Schallwellen von S_1, S_2, S_3, S_4 usf. ein, und dies ergibt eine rhythmische Impulsfolge, welche das Ohr als prasselndes, bzw. knatterndes Geräusch wahrnimmt. Da es keine vollkommen reflektierenden Wände gibt, so wird bei jeder Reflexion eine gewisse Schwächung eintreten und das Flatterecho allmählich abklingen. Um diese sehr störende Erscheinung zu vermeiden, wird man bei zwei parallelen Wänden immer mindestens eine schallschluckend ausführen.

Ein anderes gegen das Flatterecho empfohlenes Mittel ist die Vermeidung paralleler Wände, ihre Schrägstellung. Eine nähere Betrachtung zeigt aber, daß das Flatterecho dadurch nur seinen Charakter ändert, aber nicht grundsätzlich beseitigt wird, worauf unseres Wissens noch nie deutlich gewiesen wurde. Es gibt nämlich auch in diesem Falle geschlossene Reflexionswege, die wieder zur Schallquelle zurückführen. Wir finden sie sofort, wenn wir die Methode der Spiegelbilder anwenden, welche erst hier ihre ganze Zweckmäßigkeit offenbart (Abb. 5). Eine einfache geometrische Überlegung zeigt, daß nunmehr alle Spiegelbilder auf einem Kreis liegen, der den Schnittpunkt der Wände zum Mittelpunkt hat und durch S hindurchgeht. Auch hier wird also eine Reihe von Impulsen zu S zurückkehren, jedoch mit dem Unterschied, daß der Rhythmus der Impulsfolge nicht mehr die Regelmäßigkeit aufweist wie bei parallelen Wänden, und daß vor allem die Entfernung der Spiegelbilder und damit die Zeit bis zu ihrem Eintreffen in S begrenzt bleibt. Diese beiden Umstände mildern den peinlichen Eindruck des Flatterechos, ohne es jedoch prinzipiell aufzuheben.

Die strahlengeometrische Untersuchung kann vorteilhaft durch Modellversuche ausgebaut werden, bei denen man ein maßstäblich verkleinertes Modell des Raumes herstellt und den Strahlengang experimentell studiert. Bei der W a s s e r w e l l e n m e t h o d e wird der zu untersuchende Querschnitt als flaches Wasserbecken ausgeführt. Am Ort der Schallquelle werden (z. B. durch Tropfen) Wellen erzeugt und deren Ausbreitung und Reflexion beobachtet, bzw. photographiert. Einwandfrei beobachtet werden nur die ersten Reflexionen, weil die Wasserwellen rasch abklingen. Beliebter ist die o p t i s c h e M o d e l l m e t h o d e, bei welcher das Raummodell aus spiegelndem Blech gebaut wird. An den Ort der Schallquelle kommt eine kleine Glühlampe, und die Lichtstärke, die an einer Stelle des Modells herrscht, gibt ein Maß für die dort zu erwartende Lautstärke. Man kann z. B. die Publikumsfläche durch eine Mattscheibe ersetzen und dann von außen sehr schön die Lichtverteilung sehen und den Einfluß verschiedener Änderungen und Verbesserungen studieren. Will man den Weg eines einzelnen, bestimmten Schallstrahles verfolgen, so umgibt man die Lichtquelle mit einer undurchlässigen Hülle, die den Lichtaustritt nur durch einen Punkt erlaubt, und füllt das Modell mit Rauch, in welchem der Weg des Lichtstrahles deutlich sichtbar wird.



Die Antenne des Londoner Fernsehsenders auf dem Alexandria-Palast.

Die Modellmethoden haben den gemeinsamen Nachteil, daß sie nur die Reflexionen, aber nicht die Beugungserscheinungen erfassen, also ein der Schallausbreitung entsprechendes Bild nur für die höheren Frequenzen liefern. Will man das Verhältnis der Wellenlängen zu den Raumabmessungen halbwegs beibehalten, so muß

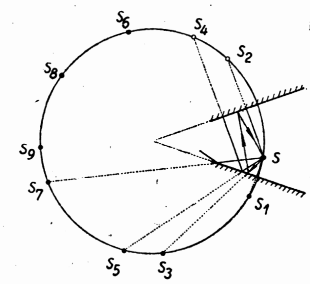


Abb. 5.
„Flatter-Echo" zwischen nichtparallelen Wänden.

man die Modellversuche mit Ultraschall durchführen. Aber auch damit kommt man nicht über die andere Schwierigkeit hinweg, die Absorptionseigenschaften der Modellwände für Ultraschall jenen der Originalwände für den Normalschall gleichzumachen.

Abschließend sei noch eine interessante Modellmethode erwähnt, welche es unternimmt, den in einem Raum zu erwartenden Klangeindruck bereits am Modell hörbar zu machen. Man bedient sich hierbei der sog. F r e q u e n z t r a n s f o r m a t i o n, welche darin besteht, daß man, sofern z. B. das Modell im Maßstab 1 : 10 gebaut ist, eine Schallaufnahme (am besten eignet sich das Magnetophon, ein magnetisches Schallaufzeichnungsverfahren) über einen im Modell am Ort der Schallquelle befindlichen Lautsprecher (Hochtonlautsprecher) mit der zehnfachen Normal-Tourenzahl abspielt. Damit erzielt man im Modell Schallwellen, deren Wellenlänge ein Zehntel der normalen Werte beträgt, die also zu den Abmessungen des Modells in richtigem Verhältnis stehen. Ein an der Stelle des Zuhörers befindliches Mikrophon nimmt diese Wellen auf, und nach entsprechender Verstärkung wird eine Schallaufnahme bei zehnfacher Tourenzahl gemacht. Wenn man jetzt diese Aufnahme mit normaler Tourenzahl abspielt, so werden die Frequenzen wieder ihre normalen Werte erhalten, und man hört das Klangbild aus dem Modellraum, dessen akustischen Eigenschaften man auf diese Weise beurteilen kann. Begreiflicherweise hat auch dieses Verfahren seine Nachteile und Schwierigkeiten, die man bei seiner Auswertung berücksichtigen muß.

Frequenzbedarf und Übertragungsgeschwindigkeit bei der elektrischen Nachrichtenübermittlung

Um Nachrichten auf elektrischem Wege zu übermitteln, ist es notwendig, elektrische Ströme in einer für die Nachricht kennzeichnenden Art zu erzeugen oder zu verändern. Im einfachsten Falle wird die Frequenz des Stromes oder seine Stärke die Nachricht beschreiben. Jede Änderung der Stromstärke mit einer bestimmten Geschwindigkeit erzeugt jedoch Wechselströme von bestimmter Frequenz. So finden wir jedenfalls die Nachricht in eine Anzahl von Wechselströmen verschiedener Frequenz verwandelt. Die höchste und niedrigste bei der Nachrichtenübermittlung auftretende Frequenz bestimmt das zur Übertragung notwendige Frequenzband. Je breiter das Frequenzband, um so anspruchsvoller die Nachricht, da unsere Nachrichtenwege, wie Kabel, Freileitungen und Funkverbindungen nur ein begrenztes Frequenzband zu übertragen gestatten. Läßt ein Nachrichtenweg die Übermittlung eines verhältnismäßig breiten Frequenzbandes zu, so können mit Kunstgriffen mehrere Nachrichten, deren Frequenzbänder nebeneinander zu liegen kommen, gleichzeitig übertragen werden. Man sagt dann, daß innerhalb eines gewissen Frequenzbandes eine Anzahl von Nachrichtenkanälen untergebracht ist.

Die älteste Methode, mittels elektrischer Ströme Nachrichten zu übermitteln, ist die Telegraphie. Die Methode der elektrischen Telegraphie

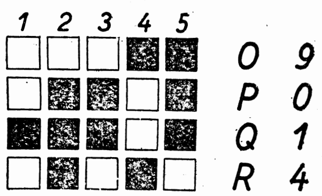


Abb. 1: Einige Zeichen im Fünferalphabet

ist die gleiche wie die der optischen und akustischen Signale. Jeder Nachricht oder Teilnachricht (Wort, Buchstabe) ist ein bestimmtes Signal zugeordnet. Waren die Signale zuerst mehr oder minder willkürlicher und zufälliger Art, so sind sie heute auf Grund theoretischer Überlegungen auf den Höchststand der Zweckmäßigkeit gebracht.

Schon die einfachste Änderung des elektrischen Stromes, sein Einsetzen oder Ausbleiben, könnte eine Nachricht vermitteln. Die moderne Telegraphie bedient sich neben dem allgemein bekannten Morsealphabet des Fünferalphabetes. Jedes solche Zeichen ist gleich lang und zerfällt in fünf gleiche Zeitabschnitte (Abb. 1). Im einfachsten Falle unterscheiden wir zwischen stromführenden und stromlosen Zeitabschnitten. Dieserart können 32 Kombinationen gebildet werden. Zwei unter ihnen werden für eine Um- und Rückumschaltung, ähnlich der Umschaltung von Buchstaben auf Ziffern an der Schreibmaschine, verwendet. Damit verdoppeln sich die möglichen Zeichen Für den Betrieb des allgemein eingeführten Fernschreibers, nach dem System Morkrum-Kleinschmidt, muß dem Fünferzeichen noch ein Startimpuls vorund ein Stoppimpuls nachgesetzt werden. So ist ein Buchstabe mit sieben Elementen zu veranschlagen.

Wir können nun den Frequenzumfang eines Telegraphiekanales berechnen. Vorausgesetzt wird, daß zehn Buchstaben — entsprechend den internationalen Vereinbarungen — in der Zeiteinheit, also je Sekunde abgegeben werden und daß im heikelsten Falle stromführende und stromlose Zeitabschnitte abwechseln. Je ein stromführender und ein stromloser Abschnitt kann dann zusammen als ein Wechselspiel, als eine Periode, betrachtet werden (Abb. 2). Zu der so errechneten Periodenzahl ist gemäß praktischer Erfahrung noch der Faktor 1,6 zu fügen, da die Wechselspiele unserer Telegraphenzeichen nicht sinusförmig, sondern tunlichst rechteckig übertragen werden sollen. So errechnet sich der Frequenzbandbedarf für Fernschreiber mit

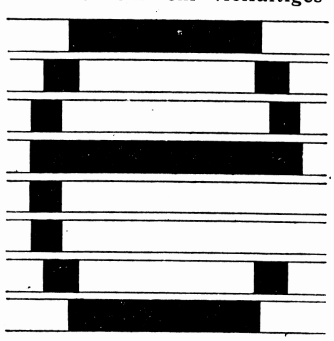
$$7 \cdot 10 \cdot {}^{1}/_{2} \cdot 1{,}6 = \text{Perioden/Sekunden} = 56 \text{ Hertz}^{*}$$

Wenn die Übertragung drahtlos vorgenommen wird, durch Tastung einer hochfrequenten Trägerwelle, so wird die doppelte Bandbreite belegt.

Eine engbedruckte Seite der „Radio-Rundschau" trägt ungefähr 8000 Buchstaben und Wortzwischenräume. Arbeiten wir mit der vollen Telegraphiergeschwindigkeit, so kann der Text einer solchen Seite in etwa 13 Minuten übermittelt werden. Eine solche Geschwindigkeit ist nur mit Maschinen, mit Lochstreifensendern, erreichbar. Eine gewandte Schreiberin telegraphiert auf ihrer Fernschreibmaschine an demselben Text etwa 40 bis 50 Minuten.

Häufig bedient man sich in der Telegraphie der Codewörter, die oft an Stelle ganzer Sätze stehen. Voraussetzung ist, daß die ersparten Telegrammkosten die Übersetzungskosten aufwiegen.

Die Übertragung der menschlichen Sprache gelang erst nach der Erfindung der elektrischen Telegraphie. Begreiflich! Die vom Kehlkopf erzeugten Laute stellen ein sehr vielfältiges Ge-


Abb. 3: Ein „e" bei Bildübertragung

*) Im Telegraphiebetrieb wird traditionell oft nicht mit Hertz, sodern mit Baud gerechnet. 1 Baud = 1 Stromstoß/Sekunde = 0,5 Hertz

menge verschiedenster Luftschwingungen dar. Die sinusförmigen Grundtöne der Sprache sind von zahlreichen und starken Obertönen begleitet, welche die einzelnen Laute charakterisieren und den persönlichen Klang der Stimme prägen. Umspannt die menschliche Stimme Frequenzen von 100 bis 13.000 Hertz, so kann unter Verzicht auf einen großen Teil der Natürlichkeit und bei geringer Einbuße an Verständlichkeit, auch noch mit einem Frequenzbereich von 300 bis 2400 Hz für den allgemeinen Telephonverkehr ausgekommen werden. Die so beschnittene Sprache erfordert ein Frequenzband von 2100 Hz und könnte Telephonsprache genannt werden. Wer oft telephoniert, der macht sich diese Sprache bald zu eigen und beachtet ihre Abweichungen von der natürlichen Sprache wenig. Die Telephonsprache erlaubt uns jedoch in vielen Fällen unsere Übertragungswege vier bis sechsmal so gut auszunützen, als dies bei der Übertragung von natürlicher Sprache möglich wäre.

Setzen wir einen gewiegten Sprecher an das Telephon und verbinden wir ihn mit einem Parlamentsstenographen, so kann der Text einer unserer Seiten in etwa sieben Minuten übermittelt werden. Scheinbar geht die Übermittlung durch das Telephon rascher vor sich als mittels des Telegraphen. Wir müssen jedoch den unterschiedlichen Frequenzbedarf beachten! Über einen Telephoniekanal von 2100 Hz Weite können, auf Träger moduliert, 18 Tele-

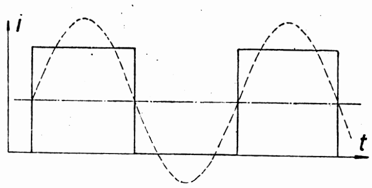


Abb. 2: Stromschritte und Frequenz

gramme gesendet werden, da unsere Fernschreiber nur 56 Hz Seitenbandbreite erfordern, insgesamt also eine Bandbreite von je $2 \times 56 = 112$ Hz belegen. Selbst unter der Annahme, daß die Hälfte dieser 18 Kanäle als Antwortkanäle der Gegenstationen benötigt werden, kann somit der Text durch den Telegraphen — bei entsprechender Teilung — schon in etwa 1,5 Minuten übermittelt werden, ohne daß der Frequenzbedarf 2100 Hz überschreitet. Zudem liefert der Telegraph den Text fix und fertig gedruckt ohne Hörfehler. Der rationelle Gebrauch von Codewörtern ist am Telephon sehr begrenzt, da zusammenhanglose Worte schwer ohne Fehler verstanden werden können.

Und wie, wenn wir eine Seite unserer Zeitschrift mittels Bildtelegraphie senden? Ein normaler Bildtelegraphenapparat tastet das zu sendende Bild von 130×180 Millimeter in Spirallinien ab, von denen 5,33 auf einen Millimeter kommen. Auf einen Millimeter entfallen also 5,33 Bildpunkte.

(Schluß auf Seite 80)

Antennen

Eigenschaften, Anpassung und Berechnung

(Fortsetzung von Heft 3)

Die für die Strommessung gewöhnlich benützten Thermoinstrumente besitzen, insbesondere bei den kleinen Meßbereichen, einen nicht zu vernachlässigenden inneren Widerstand. Zweckmäßig benutzt man daher für Antennenmessungen mit direkt anzeigenden Strommessern Meßsender von wenigstens 10 Watt, was auch schon deshalb vorteilhaft ist, weil dann Fremdströme, die in der Antenne induziert werden, nicht so

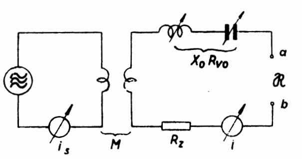


Abb. 5: Zusatzwiderstandsverfahren

störend ins Gewicht fallen. Sehr praktisch ist auch die Messung des Antennenstromes mittels Stromwandlers, einmal des geringen Innenwiderstandes wegen, andererseits aber auch, weil eine ziemlich lineare Skala erreicht werden kann. Allerdings ist es gewöhnlich nicht möglich, über einen größeren Wellenbereich ohne eine genaue Eichung der Stromwandleranordnung auszukommen.

Grundsätzlich ist ferner zu beachten, daß man die Antennenmessungen an der Stelle vornehmen soll, an der sie interessieren, also etwa am Anschlußpunkt des Senders oder des Kabelanpaßgerätes. Es wäre verfehlt, würde man, zum Beispiel der größeren Bequemlichkeit wegen, von dieser Anschlußstelle noch längere Leitungen zu den Antennenmeßgeräten führen. Solche Leitungen, die man ja gewöhnlich nicht ganz ver-

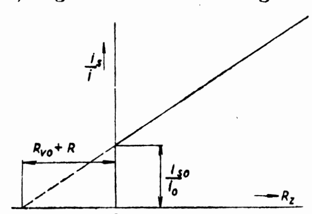


Abb. 6: Graphische Auswertung des Verfahrens mit Zusatzwiderstand

meiden kann, müssen sehr kurz gegen die Wellenlänge sein, bei der die Antenne gemessen wird. Bei höheren Frequenzen, über etwa 50 MHz, kommt übrigens ohnedies nur die Verbindung über HF.-Kabel in Betracht.

Für sehr genaue Messungen kommen vor allem Brückenverfahren zur Anwendung. Es sind hier Genauigkeiten von 1 v. H. und besser zu erreichen, wie sie für die Praxis meist gar nicht nötig sind. Derartige Meßbrücken sind, inbesondere für einen größeren Wellenbereich, ziemlich kompliziert und wurden von verschiedenen Firmen ausgeführt, eignen sich aber weniger für Einzelanfertigung. Ein Vorteil aller Brückenmethoden ist übrigens, daß eine Messung auch über einen größeren Wellenbereich verhältnismäßig einfach möglich ist.

In der Praxis kommt es meist darauf an, für eine bestimmte Antenne in einem gegebenen Wellenbereich, oft nur für eine einzige Frequenz, den Scheinwiderstand zu ermitteln. Hiebei kann man mit einfach zusammengestellten Meßanordnungen bei einiger Aufmerksamkeit ohne weiteres gute Ergebnisse erzielen. Ein einfaches Verfahren ist das mittels Zusatzwiderstandes nach Pauli (Abb. 5).

Die Antenne wird über einen Abstimmkreis X_o mit einem Meßsender gekoppelt. Ist M die gegenseitige Induktion, i_s der Strom im Meßsenderkreis, i der Strom im Antennenkreis, R_{vo} der Wirkwiderstand der Abstimmittel, so gilt bei Abstimmung auf den Maximalwert von i

$$i_o = i_{so} \frac{\omega M}{R_o},$$

$$R_o = R + R_{vo}$$

Schaltet man nun einen bekannten Zusatzwiderstand R_z in den Antennenkreis, so ist dessen Widerstand

$$R_n = R_{vo} + R + R_z$$

dabei ergeben sich die Ströme i_{sn} und i_n

Man erhält nun ohne weiteres

$$i_n = i_{sn} \frac{\omega M}{R_n}$$ und durch Einsetzen von

$$\omega M = \frac{i_o}{i_{so}} R_o$$

$$\frac{i_{sn}}{i_n} = \frac{R_n}{R_o} \frac{i_{so}}{i_o}$$

so daß die Berechnung von R leicht möglich ist. Praktisch ist es, die Messung mit mehreren Widerständen zu wiederholen und die Ergebnisse in einem Koordinatensystem aufzutragen (Abb. 6). Man erhält dabei den Widerstand $R + R_{vo}$ durch den Schnittpunkt der durch die Meßpunkte gezogenen Geraden mit der Abszissenachse. Da R_{vo} gemessen oder berechnet werden kann, ist R leicht zu bestimmen. Die Verbindungslinie der einzelnen Meßpunkte muß eine Gerade sein; durch die Streuung der Meßpunkte ergibt sich somit gleichzeitig ein Bild über die erzielte Genauigkeit. Die Größe des Antennenblindwiderstandes X erhält man, wenn man den Betrag von X_o für den sich ein Maximum von i ergeben hat, bestimmt am besten durch Messung an den Klemmen für R. Es gilt dann

$$X = - X_o$$

Bei Antennen mit hohem Blindwiderstand kann Rvo leicht von der gleichen Größenordnung wie R oder sogar noch größer sein. Die Genauigkeit der Messung ist daher dadurch mitbestimmt, mit welcher Sicherheit Rvo ermittelt werden kann. Zweckmäßig geschieht dies durch Messung der Dämpfung von Xo, zum Beispiel indem man die Klemmen von $\mathfrak{R}$ kurzschließt und den Meßsender verstimmt, bis der Strom i auf das 0,71-fache des Wertes bei Resonanz absinkt. In bekannter Weise erhält man dann die Dämpfung,

$$d = \frac{\triangle f}{f}$$

wenn $\triangle f$ der Frequenzunterschied zwischen den beiden Werten 0,71 i_{max} zu beiden Seiten der Resonanz ist. Damit ist schließlich

$$R_{vo} = d X_o$$

Xo muß ohnehin durch Messung oder Eichung bestimmt werden.

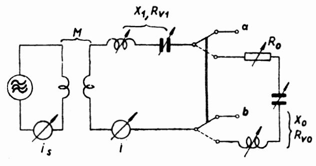


Abb. 7: Substitutionsmethode

An die Zusatzwiderstände werden hohe Anforderungen bezüglich Induktivitäts- und Kapazitätsarmut gestellt, besonders wenn über Rundfunkfrequenzen hinausgegangen wird und Widerstandswerte über einige Hundert Ohm benötigt werden. Gut eignen sich gewöhnliche Schichtwiderstände, die bis zu etwa 100 MHz ohne weiteres verwendet werden können, während bei höheren Frequenzen eine Kompensation des Frequenzganges des Widerstandswertes etwa durch Einbau in eine konzentrische Rohrleitung notwendig sein kann. Das beschriebene Meßverfahren versagt wegen der Streublindwiderstände, allerdings schon bei weit niedrigeren Frequenzen, ist aber im Langwellen- und Rundfunkbereich sehr gut brauchbar.

Ein ähnliches Verfahren ist die Substitutionsmethode nach Abbildung 7.

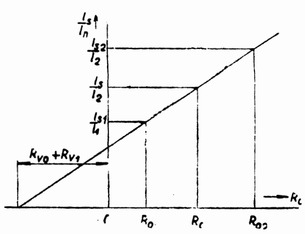


Abb. 8: Graphische Auswertung der Substitutionsmethode

Die Antenne wird wiederum von einem Meßsender gespeist und mit einem Blindwiderstand X auf Resonanz abgestimmt. Nun wird an Stelle der Antenne eine Reihenschaltung Xo, Ro eingeschaltet und zunächst mit Xo wiederum auf Resonanz abgestimmt, wobei natürlich X unverändert bleiben muß. Der Antennenblindwiderstand ist dann

$$X = X_o$$

Wird außerdem Ro so eingeregelt, daß der Strom im Meßkreis auf den gleichen Wert gebracht wird wie bei angeschlossener Antenne, so ist

$$R = R_o + R_{vo}$$

Allerdings ist dabei Vorraussetzung, daß der Verlustwiderstand Rvo in Xo kleiner als R ist, was nicht immer zu

erreichen sein wird, so daß die Anwendbarkeit dieser Methode beschränkt ist. Da es schwierig ist, genügend kapazitätsarme, eichbare Regelwiderstände herzustellen, nimmt man häufig mit festen Widerständen Rn nur eine Annäherung an den richtigen Stromwert vor. Nach Abbildung 8 ist es dann leicht, durch graphische Interpolation den richtigen Wert von Ro zu finden.

Es ist $\frac{i_{sn}}{i_n} = \frac{R_n}{R_o} \frac{i_{so}}{i_o}$ wobei i_{so} und i_o Sender-, beziehungsweise Antennenkreisstrom bei kurzgeschlossenem R, i_{sn} beziehungsweise i_n Sender-, — beziehungsweise Antennenkreisströme bei einem Widerstand Rn sind. Die

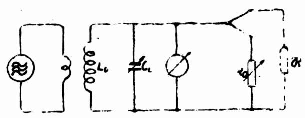


Abb. 9: Resonanzverfahren

Verluste in Xo müssen wiederum getrennt bestimmt werden.

Die beiden bisher beschriebenen Verfahren sind bei hohen Frequenzen nicht zweckmäßig, weil einerseits der Einfluß der Streukapazitäten sehr groß wird und weil andererseits, wie schon erwähnt, bei großem Antennenblindwiderstand durch die Verlustwiderstände in den Abstimmitteln die Genauigkeit herabgesetzt wird. Für diese Fälle ist das Parallel-Resonanzverfahren nach Abbildung 9 vorteilhaft, das allerdings wieder dann wenig geeignet ist, wenn es sich um die Messung sehr kleiner Antennenwiderstände handelt, wie etwa im Bereich der Eigenfrequenz.

Die zu untersuchende Antenne wird parallel zu einem Schwingungskreis geschaltet, der mit einem Meßsender

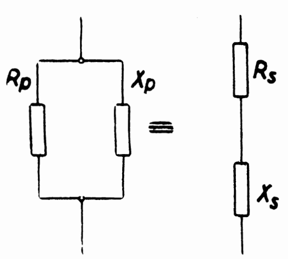


Abb. 10: Ägnivalenz von Reihen- und Parallelschaltung

erregt wird; die Einstellung der Resonanz wird durch ein Anzeigeinstrument (Röhrenvoltmeter, Diode) ermöglicht. Nachdem zuerst mit angeschlossener Antenne auf Resonanz abgestimmt wurde (zum Beispiel mit Co), wird dann an Stelle der Antenne ein ohmscher Widerstand Ro angeschaltet. Um wieder Resonanz zu erhalten, muß im allgemeinen die Abstimmung des Schwingungskreises verändert werden, etwa um $\triangle C_o$. Wird nun Ro so lange verändert, bis sich die gleiche Resonanzspannung einstellt wie mit Antenne, so ist offenbar die durch Ro hervorgerufene Dämpfung des Schwingungskreises gleich der durch den Wirkwiderstand der Antenne bedingten, während $\triangle C_o$ ein Maß für den Blindwiderstand der Antenne ist.

Um die Größe von R und X zu ermitteln, braucht man sich nur zu vergegenwärtigen, daß eine Reihenschaltung von Widerständen in eine gleichwertige Parallelschaltung umgewandelt werden kann. (Abbildung 10). Es gelten dann die Beziehungen

$$X_s = \frac{X_p\ R_p^2}{R_p^2 + X_p^2} \qquad R_s = \frac{R_p\ X_p^2}{R_p^2 + X_p^2}$$

Man kann sich also die Antenne ersetzt denken durch die Widerstände Rp und Xp, die parallel zum Schwingungskreis geschaltet werden. Es ist somit

$$R_p = R_o$$
und $R = R_s$

Xp ergibt sich aus der notwendigen Verstimmung zu

$$X_p = -\frac{1}{\omega \triangle C_o}$$

und schließlich ist

$$X = X_s$$

Muß bei abgeschalteter Antenne Co vergrößert werden, ist also $\triangle C$ positiv, so bedeutet dies, daß X kapazitiv war, daher das Minuszeichen in obiger Gleichung. Umgekehrt bewirkt ja ein induktiver Antennenwiderstand, daß nach Abschaltung der Antenne Co verkleinert werden muß.

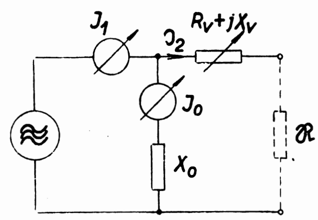


Abb. 11: Schwungradschaltung

Derartige Meßgeräte lassen sich bei niederen Frequenzen (Rundfunkbereich) leicht als tragbare Geräte ausführen. Durch Umschalter können dabei sowohl der Frequenzbereich als auch durch Übergang auf die Reihenschaltung (Abbildung 5) der Meßbereich erweitert werden. Für die hier in Frage kommenden größeren Widerstände für Ro ist die Verwendung einer Diode zweckmäßig, deren HF-Eingangswiderstand durch Regelung ihres Belastungswiderstandes in weiten Grenzen verändert werden kann. Da dieser für Hochfrequenz mit einem Kondensator kurzgeschlossen werden kann, ist seine Frequenzabhängigkeit praktisch ganz ohne Bedeutung, so daß die Anordnung eichbar ist (Kohlepotentiometer).

Das Grundsätzliche einer anderen Meßmethode (Schwungradschaltung) zeigt die Abbildung 11. In Reihe mit der Antenne werden Abstimmittel Xv geschaltet und parallel zu dieser Reihenschaltung wird ein Scheinwiderstand Xo bekannter Größe, zweckmäßig ein Kondensator, gelegt. Für die Stromverzweigung gilt

$$\mathfrak{I}_o\, jX_o + \mathfrak{I}_2\, (jX_v + R_v + \mathfrak{R}) = 0$$

setzt man $\mathfrak{R} = jX + R$ und $\mathfrak{I}_o = \mathfrak{I}_2 - \mathfrak{I}_1$, so erhält man durch einfache Umformung

$$\frac{\mathfrak{I}_2}{\mathfrak{I}_1} = \frac{jX_o}{jX_v + R_v + jX + R + jX_o}$$

Dieser Bruch besitzt ein Maximum für

$$X_v + X + X_o = 0$$

das ist die Resonanzbedingung für den aus Antenne, Abstimmorgan und Parallelwiderstand gebildeten Schwingungskreis. Im Resonanzfalle ist also

$$\left(\frac{I_2}{I_1}\right)_{max} = \frac{X_o}{R + R_v}$$

und damit $R = \frac{X_o}{\left(\frac{I_2}{I_1}\right)_{max}} - R_v$

Der Verlustwiderstand der Abstimmittel muß ebenso wie deren Größe durch Messung oder durch Eichung bekannt sein.

Ohne Abstimmung kommt man aus, wenn man das Drei-Amperemeterverfahren nach Abbildung 12 benützt.

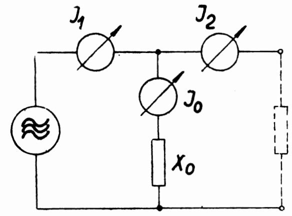


Abb. 12: Drei-Amperemetermethode

Parallel zur Antenne liegt wieder ein Blindwiderstand bekannter Größe. Werden alle drei Ströme im Verzweigungspunkt gemessen, so gilt:

$$\mathfrak{I}_1 = \mathfrak{I}_2 + \mathfrak{I}_o$$

Aus der Vektordarstellung Abbildung 13 ergibt sich ohne weiteres

$$\cos \varphi = \frac{I_2^2 + I_0^2 - I_1^2}{2\, I_2\, I_0}$$

Da die Spannung an der Antenne gleich ist jener am Blindwiderstand Xo, besteht außerdem die Beziehung

$$\mathfrak{I}_o\, jX_o = \mathfrak{I}_2\, (R + jX)$$

Nach Abbildung 13 erhält man dann damit ohne weiteres die gesuchten Antennenwiderstände zu

$$R = X_o \frac{I_o}{I_2} \sin \varphi \qquad X = X_o \frac{I_o}{I_2} \cos \varphi$$

Der Vorteil dieser Meßmethode ist zweifellos der, daß keine Abstimmung

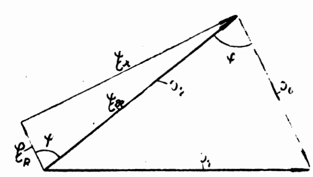


Abb. 13: Vektordiagramm der Drei-Amperemetermethode

nötig ist und die Streukapazitäten der Strommesser wenig eingehen, wenn Xo genügend klein gewählt werden kann. Die Genauigkeit hängt jedoch sehr von den verwendeten Instrumenten ab, da es sich zum Teil (in der Formel für cos φ) um Differenzen nahezu gleich großer Werte handelt. Es empfiehlt sich, die Meßbereiche so zu wählen, daß möglichst mit Endausschlag gearbeitet wird.

Schließlich soll ein Verfahren beschrieben werden, das vor allem für sehr hohe Frequenzen entwickelt wurde, aber auch für niedere Frequenzen wegen seiner Handlichkeit recht brauchbar ist. Es beruht auf der in Heft 1 dieser Zeitschrift beschriebenen Fehlanpassungsbrücke.

(Wird fortgesetzt)

Die Parallelschaltung von Lautsprechern

Beim Parallelbetrieb benachbarter Lautsprecher, wie er etwa bei größeren Rundfunkgeräten oder in Kinos und Sälen oft vorkommt, wird nur dann eine einwandfreie Wiedergabe erzielt, wenn die Lautsprecher in gleicher Phase arbeiten, das heißt, wenn bei allen Lautsprechern die Membranen gleichzeitig hinaus-, beziehungsweise hineinbewegt werden. Dies ist leicht verständlich, wenn man die Abb. 1 betrachtet, die die Verhältnisse bei gleich- und gegenphasig erregten Lautsprechern zeigt.

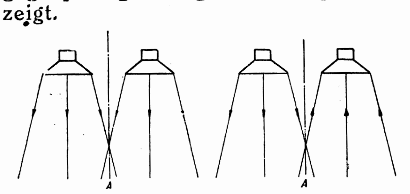


Abb. 1: Gleichphasiger (links) u. gegenphasiger (rechts) Betrieb von Lautsprechern

Arbeiten die benachbarten Lautsprecher in Phase (Abb. 1, links), so unterstützen sich die von beiden Lautsprechern herrührenden Schallwellen. Sind die Lautsprecher jedoch gegenphasig angeschlossen (Abb. 1, rechts), so sind die Schalldruckwellen der beiden Lautsprecher entgegengesetzt gerichtet, so daß dann jeweils die Differenz des Schalldruckes wirksam wird. Dies führt zu Interferenzen und, besonders in den Zonen zwischen den Lautsprechern, zu mehr oder weniger starken Lautstärkeverminderungen an jenen Stellen des Raumes, an denen die Amplituden der Schallwellen nahezu gleich stark und entgegengesetzt gerichtet sind. Außerdem können, wie sich ja aus der geometrischen Zusammensetzung der Komponenten leicht ergibt, seitwärts gerichtete Druckkomponenten auftreten, die zu unerwünschten Reflexionen führen können.

Um einen solchen Fehler von vornherein zu verhindern, ist es zweckmäßig, die richtige Polung der Lautsprecher vorher zu bestimmen, beziehungsweise ihre Anschlüsse zu kennzeichnen. Es ist ja klar, daß durch Umpolen einer Wicklung eines Transformators, der Schwingspule oder des Feldes die Phasenlage der Membrane um 180 Grad geändert werden kann.

Um nun die richtigen, zusammengehörigen Anschlüsse zu finden, kann man auf verschiedene Weise vorgehen. Wenn man die Lautsprecher nebeneinander montiert, möglichst so, wie sie dann benützt werden, so ergibt sich aus Abb. 1 ohne weiteres,

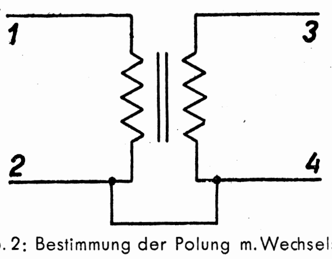


Abb. 2: Bestimmung der Polung m. Wechselstrom

daß bei gleichphasigem Betrieb die Lautstärke nahezu gleich bleibt, wenn man vor den Lautsprechern parallel zu ihnen vorübergeht. Sind die Lautsprecher jedoch in Gegenphase geschaltet, so wird man in der Ebene A zwischen den Lautsprechern ein deutliches Lautstärkeminimum feststellen können. Am besten geht man dabei so vor, daß man nicht irgendeine Darbietung wiedergibt, sondern einfach den Verstärker so weit aufdreht, daß der Netzbrumm deutlich hörbar wird. Man erhält so einen konstanten Ton und kann ein eventuell vorhandenes Lautstärkeminimum leicht feststellen. Ist dies der Fall, so wird man durch Umpolen des Ausgangsübertragers oder der Schwingspule oder der Feldspule den gleichphasigen Betrieb leicht herstellen können.

Eine andere Methode, die besonders dann zu empfehlen ist, wenn es sich um die Prüfung mehrerer Lautsprecher handelt, ist die mit Gleichstrom. Man legt entweder an die Schwingspule oder an die Primärwicklung des Ausgangstransformators eine Gleichspannung, etwa eine Trockenbatterie von 1,5 Volt und beobachtet, nach welcher Richtung die Schwingspule abgelenkt wird, wenn man den Stromkreis schließt. Um mehrere Lautsprecher vergleichen zu können, führt man zweckmäßig eine Kennung ein, zum Beispiel indem man den Anschluß des Transformators oder der Schwingspule mit + bezeichnet, der an den Pluspol der Batterie gelegt, eine Ablenkung der Schwingspule nach vorne ergibt. Handelt es sich um einen fremderregten Lautsprecher, so muß natürlich auch vermerkt werden, wie die Feldspule dabei gepolt war. Praktisch ist es, Schwingspulen und Übertrager getrennt zu kennzeichnen, damit eine Auswechslung eines Transformators keine neue Messung erforderlich macht.

Für die Prüfung der Transformatoren benutzt man am besten Wechselstrom. Sind nach Abb. 2 die Anschlüsse zum Beispiel mit 1 bis 4 bezeichnet, so legt man eine passende Wechselspannung (etwa einige Volt von einer Heizwicklung) an die eine Wicklung, also an 1 und 2. Nun verbindet man einen Pol der zweiten Wicklung mit einem der ersten, zum Beispiel 2 mit 4, und mißt die Spannungen zwischen 1 und 2 und zwischen 1 und 3. Ist die Spannung zwischen 1 und 3 kleiner als die zwischen 1 und 2 gemessene, so hat die Spannung an 2 und 4 (beziehungsweise an 1 und 3) jeweils das gleiche Vorzeichen. Will man die Anschlüsse kennzeichnen, die eine gleichphasige Übertragung ergeben, so muß man zum Beispiel in diesem Falle 1 und 3 mit + bezeichnen.

Die Polarität von Transformatoren kann man auch mit Gleichstrom feststellen. An die eine Wicklung (Abb. 3) schließt man eine Gleichspannungsquelle an, zum Beispiel wieder eine Trockenbatterie von einigen Volt, und an die andere Wicklung ein Gleichstromvolt- oder Milliamperemeter. Zweckmäßig wird man dabei bei Ausgangstransformatoren an die Primäre die Batterie legen und an die Sekundäre das Instrument. Beim Schließen des Stromkreises entsteht in der Sekundärwicklung ein Stromstoß, ebenso beim Öffnen, jedoch in entgegengesetzter Richtung. Liegt der

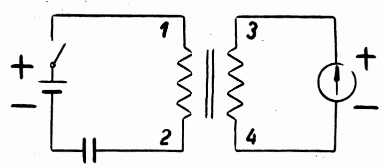


Abb. 3: Bestimmung der Polung mit Gleichstrom

positive Pol der Batterie an 1 und der Pluspol des Instrumentes an 3 und ergibt sich beim Schließen des Stromes ein positiver Ausschlag, so sind 1 und 3 wiederum die gleichphasigen Anschlüsse. Am besten wählt man den Meßbereich des Instrumentes so groß, daß man positive und negative Ausschläge deutlich bemerkt (bei zu empfindlichem Meßbereich wird das Instrument nach der negativen Seite zu weit ausschlagen und dadurch der Zeiger oft hängen bleiben).

Für hochwertige Übertrager kann der bei dieser Prüfmethode fließende Gleichstrom schädlich sein, da die hochpermeablen Legierungen auf Gleichstromvormagnetiesierungen sehr empfindlich sind. In diesem Falle empfiehlt es sich, einen Kondensator von einigen Mikrofarad in den primären Stromkreis zu legen, was auf das Meßergebnis keinen weiteren Einfluß hat.

Schließlich sei noch erwähnt, daß man die Polarität von Transformatoren natürlich auch mit dem Oszillographen sehr bequem feststellen kann.

KURZBERICHTE

In Großbritannien hat die Regierung ein Komitee ins Leben gerufen, das sich mit der zukünftigen Organisation des Fernsehens im gesamten Empire zu befassen hat. Ebenso hat die Vereinigung der Radiogeräteerzeuger und der Rat der Funkindustrie Kommissionen für das Fernsehen ernannt. K. H.

Die Vorkriegs Fernsehempfänger geben durchschnittlich ein Bild im Format von 18×29 Zentimeter. Im allgemeinen sind die Fernsehteilnehmer durch dieses Bildformat nicht sehr befriedigt und meinen: „Man hat den Eindruck, daß sich am Schirm Zwerge bewegen." Demgegenüber weist ein Teil der Fabrikanten darauf hin, daß die Bilder, wenn man sie aus kleiner Entfernung betrachtet, durchaus natürlich wirken, da Personen und Gegenstände unter demselben Gesichtswinkel wie im täglichen Leben zu erblicken sind. M. Bellac erklärte in Wireless World, Februar 1946, daß der Eindruck der Größe eines Objektes nicht allein durch den Gesichtswinkel, sondern durch verschiedene physiologische und psychologische Vorgänge, insbesondere aber dadurch gewonnen wird, daß der Mensch mit Bewegungen der Augen die Ausdehnung der Gegenstände erfaßt. Es wirkt jedenfalls illusionsstörend, am Fernsehschirm kleine Personen handeln zu sehen, die aber mit der vollen menschlichen Stimme sprechen und singen. Es erscheint deshalb wünschenswert, die Fernsehsendungen durch Heimempfänger in der Größe eines Heimkinobildes wiederzugeben. K. H.

Vierröhren-Kleinsuper mit RV 12 P 2000

Kurzbeschreibung: 4-Röhren-Kleinsuper in Allstromausführung; Pentoden-Mischstufe, Audion, Doppelendstufe; drei abgestimmte Kreise; Röhren: viermal RV 12 P 2000, einmal VY 2. Ein rückgekoppeltes ZF-Bandfilter, 468 kHz; ein Wellenbereich (Mittelwellen); Tonabnehmeranschluß; niederfrequenter Lautstärkeregler; einfacher Aufbau; Spulen selbst anzufertigen.

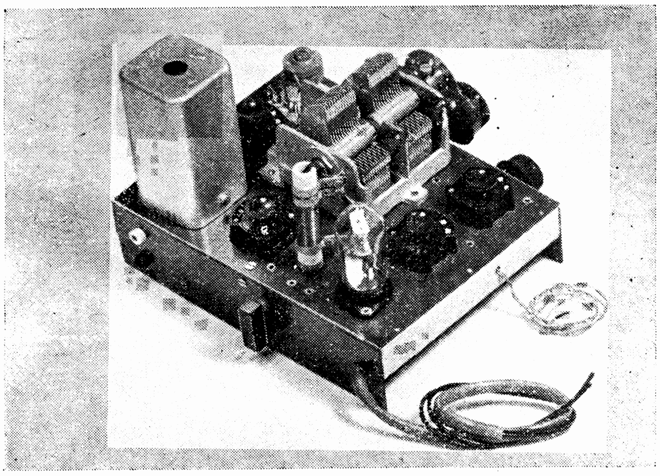


Abb. 1: Das fertige Gerät

Die guten Erfolge, welche mit der kleinen RV 12 P 2000 in den unzähligen bisher gebauten Geradeausempfängern erzielt werden konnten, lassen den wiederholt geäußerten Wunsch nach der Bauanleitung eines kleinen Superhets mit dieser Bestückung verständlich erscheinen. Vorweg sei gesagt, daß natürlich mit gleichem Erfolg in dieser Schaltung jede andere Pentode — zum Beispiel die RV 12 P 4000, NF 2 und andere — verwendet werden kann. Es ändert sich dabei lediglich der Wert des Vorwiderstandes im Heizkreis. Darauf wird an anderer Stelle näher eingegangen.

Für die Wahl der Schaltung bestehen zwei Möglichkeiten. Ein Weg wäre, im Eingang zwei getrennte Röhren zu verwenden, von denen eine zur Verstärkung des Eingangssignals, die andere als Oszillatorröhre dient. Da die Zahl der verwendeten Röhren vier nicht übersteigen soll, verbleibt nur eine Röhre zur Endverstärkung. Abgesehen von der Schwierigkeit, einen Ausgangstransformator mit der erforderlichen hohen Impedanz (zirka 18.000 Ohm) zu beschaffen, ist die Leistung mit einer RV 12 P 2000 für einen Super etwas zu klein. Wir haben uns demnach für die zweite Möglichkeit entschlossen und verwenden in der ersten Stufe eine einzige Pentode, die in der sicherlich noch von früher bekannten Kathoden-Kopplungsschaltung arbeitet. Da nur ein Wellenbereich vorgesehen ist, macht dies weiter keine Schwierigkeiten. Zur Demodulation dient ebenfalls eine Pentode, die als Gittergleichrichter (Audion) geschaltet ist. In der Endstufe wurden zur Erzielung einer größeren Ausgangsleistung zwei Dreigitterröhren gleicher Type parallel geschaltet. Der Materialaufwand des Empfängers ist unwesentlich größer als der eines Geradeausempfängers gleicher Röhrenzahl. Die Trennschärfe dagegen ist wesentlich besser, die Bedienung einfacher, da die vorhandene Rückkopplung nur einmal — beim Abgleich — eingestellt wird. Um ein Maß für die Trennschärfe anzugeben, sei gesagt, daß keine der hörbaren Fernstationen durch die Lokalsender gestört wurde. Dabei ist die Empfindlichkeit so hoch, daß Empfang der Ortssender ohne Antenne und Erde in voller Lautstärke möglich war. Mit einigen Metern Draht in der Antennenbuchse ist einwandfreier Empfang aller stärkeren Stationen möglich.

Nun einiges über die Schaltung selbst. Am Steuergitter der ersten Röhre liegt der Abstimmkreis L_1, C_1. Der vorgeschaltete Dämpfungswiderstand von 500 Ohm verhindert die Entstehung kurzwelliger Schwingungen. Die Endkapazität des verwendeten Zweifach-Drehkondensators beträgt 480 pF, es sind aber Werte zwischen 450 und 500 pF zulässig. Die Ankopplung der Antenne erfolgt induktiv über die Antennenspule La. Der Verkürzungskondensator von 300 pF (1 pF = 0,9 Zentimeter) erhöht einerseits die Trennschärfe des Apparates und verhindert andererseits, daß das Audion bei Empfang stärkerer Sender übersteuert wird. In unmittelbarer Nähe eines Senders ist es dennoch erforderlich, nur mit einem Stück Draht oder ganz ohne Antenne zu empfangen, beziehungsweise einen Lokalschalter im Gerät vorzusehen. Dieser besteht aus einem Widerstand von einigen tausend Ohm, der mittels Schalter parallel zur Spule L_1 gelegt werden kann. Die elektrische Trennung von Erdbuchse und Chassis bewirkt ein Schutzkondensator von 20.000 pF Kapazität. Die erste Röhre ist, wie bereits erwähnt, eine Pentode, die in Kathodenkopplung außer zur Verstärkung des Eingangssignals gleichzeitig zur Erzeugung der Oszillatorschwingung verwendet wird.

Die Anwendung der hohen Zwischenfrequenz (468 kHz) schaltet die bei niederer ZF. gerne auftretenden Zieherscheinungen weitestgehend aus. Im Anodenkreis der ersten Röhre liegt in Serie mit dem Primärkreis des Zwischenfrequenz-Bandfilters die Oszillatorspule LO. Die Rückkopplungswicklung LR ist einpolig an Kathode, mit dem anderen Ende am Kathodenwiderstand angeschlossen. Der Wert dieses Widerstandes und die angegebene Kapazität sind genau einzuhalten, wie es überhaupt ratsam ist, bei dieser Schaltung von den erprobten Werten nicht wesentlich abzuweichen. In Serie mit dem Oszillatordrehkondensator Co liegt ein Serienkondensator (Padding) mit 500 pF. An dieser Stelle ist unbedingt eine Ausführung mit Glimmer- oder Keramikdielektrikum zu verwenden. Parallel zu den Kondensatoren C_1 und Co, die als Zweifach-Drehkondensatoren ausgeführt sind, liegen kleine Quetschkondensatoren (Trimmer) mit etwa 50 pF Endkapazität.

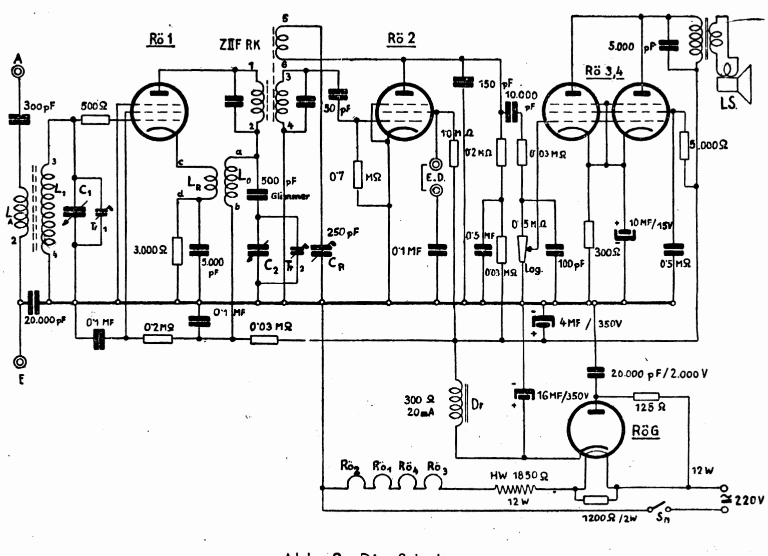


Abb. 2: Die Schaltung

Bei der im Mustergerät verwendeten Ausführung des Drehkondensators sind diese fest angebaut. Steht eine Type ohne Trimmer zur Verfügung, sind diese getrennt in der Nähe des zugehörigen Drehkondensators zu montieren.

Der dritte abgestimmte Kreis — der Oszillator wird nicht mitgerechnet, da er auf die Trennschärfe keinen Einfluß hat — wird durch den Sekundärkreis des ZF-Bandfilters gebildet. Dieser ist mit einer Rückkopplungswicklung versehen. Die Regelung des Kopplungsgrades erfolgt kapazitiv mit einem Trimmer von 250 bis 300 pF Endkapazität. Auffallend sind die ungewohnt kleinen Werte des Gitterkondensators und -ableitwiderstandes der Audionröhre. Diese Maßnahme bedingt wohl eine etwas geringere Empfindlichkeit des Gerätes, wirkt sich aber klanglich günstig aus, da sich das Audion weiter aussteuern läßt.

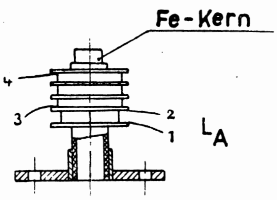


Abb. 3: Eingangsspule
LA: 12 Windungen 0,2-0,25 ES
L_1: 82 Windungen HF-Litze 20×0,05

Im Anodenkreis der zweiten Röhre liegt ein Arbeitswiderstand von 0,2 Megohm. Zur Siebung der Audionspannung dient ein Widerstand mit 30.000 Ohm in Verbindung mit einem

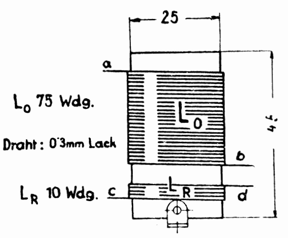


Abb. 4: Oszillatorspule

Siebkondensator von 0,5 MF bis 1,0 MF Kapazität. Der Schutzgitterwiderstand liegt an der vollen Anodenspannung. Über einen HF-Siebwiderstand von 30.000 Ohm und einen Kopplungskondensator gelangt die Niederfrequenzspannung an ein als Lautstärkeregler geschaltetes Potentiometer mit 0,5 bis 1 Megohm Widerstand und logarithmischer Regelkurve.

Die beiden Endröhren sind parallel geschaltet, das heißt, sämtliche Elektroden (Kathoden, Gitter, Anoden) werden miteinander verbunden. Der gemeinsame Kathodenwiderstand von 300 Ohm ist mit einem Niedervolt-Elektrolytkondensator überbrückt. Die beiden Steuergitter liegen am Schleifer des vorerwähnten Potentiometers. Die Schutzgitterspannung der Endröhren ist zur Erhöhung der Lebensdauer etwas herabgesetzt. Im Anodenkreis der Endröhre liegt die Primärseite des Ausgangstransformators. Der Anpassungswiderstand (Impedanz) soll zwischen 7000 bis 10.000 Ohm liegen. Der parallel geschaltete Blockkondensator von 5000 pF dient zur Klangkorrektur und kann wahlweise verkleinert oder vergrößert werden.

Der Netzteil ist so einfach als nur möglich aufgebaut. Zur Gleichrichtung dient eine VY 2, da e i n e RV 12 P 2000 die erforderliche Leistung nicht abzugeben imstande ist. Die Parallelschaltung von zwei RV 12 P 2000 als Netzgleichrichter hat sich als nicht sehr glückliche Lösung erwiesen. Die VY 2 ist wegen ihres geringen Heizstromverbrauches besonders geeignet. Der Heizstrom beträgt 50 mA bei einer Heizspannung von 30 Volt. Da die übrigen Röhren (RV 12 P 2000) einen Heizstrom von 75 mA haben, errechnet sich der Parallelwiderstand zur VY 2 mit 1200 Ohm. Belastbarkeit ein bis zwei Watt. Wird der Empfänger nur am Gleichstromnetz betrieben, kann die Gleichrichterröhre auch ganz entfallen. Wer Allstromausführung wünscht und über einen geeigneten Trockengleichrichter verfügt, wird natürlich diesen verwenden. Auf die angegebene Reihenfolge der Heizfäden ist zu achten. Die brummempfindlichste Röhre — in unserem Falle das Audion — muß immer am negativen Bezugspunkt liegen.

Der Hauptwiderstand hat einen Wert von 1850 Ohm bei einer Belastbarkeit von etwa 15 Watt (DKE-Widerstand). Bei Verwendung von Röhren mit 200 mA Heizstrom (RV 12 P 4000, NF 2, CF 7 usw.) verringert sich der Wert des Hauptwiderstandes auf 700 Ohm, es ist jedoch eine Belastbarkeit von 30 Watt erforderlich. An seine Stelle kann auch ein Stromregelrohr (C 1, C 3, C 8, EU VI, EU IX u. a.) treten. Der Parallelwiderstand zur VY 2 müßte mit 200 Ohm, 5 Watt bemessen werden. Bei Verwendung einer CY 1 oder 2 ist natürlich kein Parallelwiderstand erforderlich. Der von der Anode der Gleichrichterröhre befindliche Widerstand von 100 bis 150 Ohm (1 Watt) schützt das Rohr vor Überbelastung durch Einschaltstromstöße. Der Kondensator von Anode gegen Chassis unterdückt die unerwünschte Modulation stärkerer Sender mit der Netzfrequenz. Zur Siebung der gleichgerichteten Spannung dienen die beiden Elektrolytkondensatoren von 16 MF und 4 MF in Verbindung mit einer kleinen Siebdrossel, deren Widerstand nicht kritisch ist und zwischen 300 und 500 Ohm liegen kann. Steht ein Elko mit 16 MF nicht zur Verfügung, kann die Kapazität bis 6 MF verringert werden.

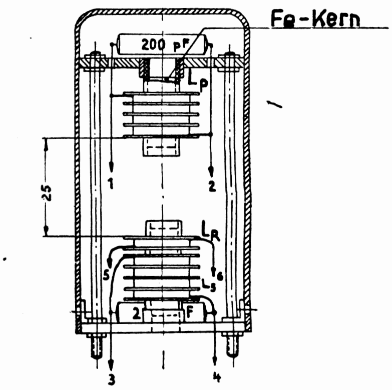


Abb. 5: ZF.-Filter
Lp, Ls: je 155 Windungen HF-Litze 20×0,05 (10×0,07) LR: 18 Windungen 0,2-0,25 ES

Der Aufbau des Empfängers erfolgt auf einem Pertinax-Chassis mit den Abmessungen 200 × 155 × 50 Millimeter. Die Seitenteile bestehen aus Holz und werden mittels Schrauben mit den Pertinaxstreifen verbunden. Selbstverständlich ist die Verwendung eines Metallchassis möglich, dagegen ist von einem Holzchassis abzuraten. Die Anordnung der einzelnen Bauteile ist den Photos zu entnehmen. Die Röhrenfassungen sind so montiert, daß die Gitteranschlüsse nach unten gerichtet sind, die Montage erfolgt mit kleinen, Z-förmig gebogenen Winkeln oder mittels langer Schrauben und Distanzhülsen. Bei Verwendung von Bauteilen mit abweichenden Abmessungen wird nicht immer zu umgehen sein, daß kleine Änderungen in der Aufteilung vorgenommen werden müssen. Jedenfalls ist es aber ratsam, die erprobte Anordnung des Mustergerätes wenigstens annähernd beizubehalten, da diese kürzeste Leitungen verbürgt. Der Trimmer für die Rückkopplung liegt unter dem Chassis hinter der Fassung der Mischröhre. Der Grammophonanschluß ist bei Rundfunkempfang zu überbrücken, was mittels Kurzschlußstecker oder einem kleinen Schalter erfolgen kann. Sämtliche Widerstände sind 0,5 Watt-Typen. Eine Ausnahme bildet nur der Heizkreis-Parallelwiderstand mit 1200 Ohm, für den eine 1- bis 2-Watt-Type zu wählen ist.

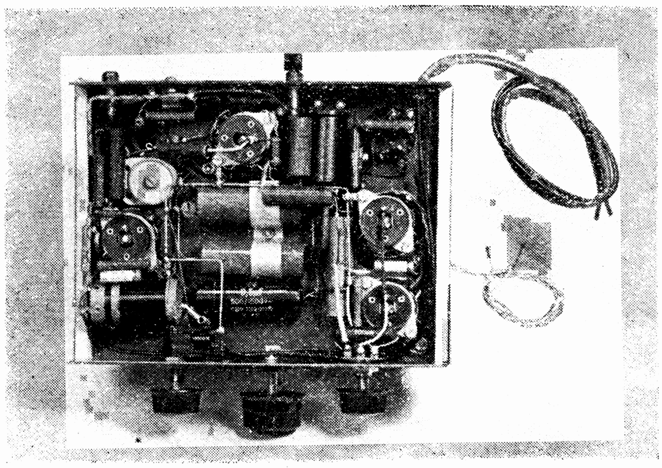


Abb 6: Druntersicht

Die Eingangsspule und der Zwischenfrequenz-Trafo sind handelsübliche Ausführungen. Versuche, auch im Oszillatorteil eine normale Eisenkernspule zu verwenden, führten zu keinem befriedigenden Ergebnis. Diese Spule ist also unbedingt selbst anzufertigen. Auf einem Isolierrohr von 25 Millimeter Durchmesser und etwa 45 Millimeter Länge befinden sich im Abstand von drei Millimeter die beiden Wicklungen LR und LO. Als Wickelmaterial wurde Kupferdraht mit 0,3 Millimeter Durchmesser, Emailisolation, verwendet. Beide Wicklungen sind im gleichen Drehsinn aufzubringen. Die fertiggestellte Spulengruppe wird mit einem kleinen Winkel in unmittelbarer Nähe der ersten Röhre an der Seitenwand des Chassis angeschraubt. Für jene Bastler, die gerne alle Teile selbst anfertigen, bringen wir auch die Zeichnung und Angabe der Wickeldaten für den ZF-Trafo und die Eingangsspule. Für letztere eignet sich jede normale Drehkreis-Audionspule, wobei die Rückkopplungswicklung unbenützt bleibt.

Nachdem die Verdrahtung, besonders aber der Heizkreis, an Hand der Schaltung und des Verdrahtungsplanes überprüft wurde, kann das Gerät an das Netz angeschlossen und eingeschaltet werden. Wer über ein geeignetes Wechselstromvoltmeter verfügt, wird sich durch Kontrolle der Heizspannungen (12,6 Volt an den RV 12 P 2000, zirka 30 Volt an der VY 2) von der richtigen Bemessung des Hauptwiderstandes überzeugen. Wenn kein Schaltfehler vorliegt, wird zumindest die Niederfrequenzstufe funktionieren. Davon überzeugen wir uns durch Berühren des Audiongitters mit dem Finger, wobei bei aufgedrehtem Lautstärkeregler ein starker Brummton zu hören sein muß. Wurde die Oszillatorspule richtig angeschlossen, wird auch bei verstimmtem ZF-Transformator der Ortssender zu hören sein. Die nächste Arbeit ist das genaue Abgleichen der ZF-Kreise und die Herstellung des Gleichlaufes zwischen Eingangs- und Oszillatorkreis. Wer über einen Meßsender verfügt, wird die ZF-Kreise mit diesem abgleichen. Bei Verwendung des „Auto-Oszillators" ist es ratsam, diesen mit einer eigenen Röhre zusammenzubauen, da die direkte Anschaltung an eine Pentodenmischstufe nicht ganz einfach ist. Eine ausführliche Beschreibung von Hilfsgeräten für Empfängerabgleich bringen wir in einem der folgenden Hefte zur Beschreibung. Steht kein Abgleichgerät zur Verfügung, wird bei ausgedrehtem Rückkopplungstrimmer der empfangene Sender mit den Abgleichschrauben des ZF-Trafos auf größte Lautstärke gestellt. Die im Handel erhältlichen Ausführungen sind meist vorabgeglichen, so daß nur geringfügige Änderungen nötig sind. Beim Abgleichen wird auf eine Station hoher Wellenlänge, zum Beispiel Budapest, eingestellt. Nun erst wird die Kapazität des Rückkopplungskondensators bis knapp zum Schwingungseinsatz vergrößert. Damit nimmt nicht nur die Lautstärke und Empfindlichkeit, sondern auch die Trennschärfe des Gerätes wesentlich zu. Die nächste Arbeit ist das Abgleichen des Oszillatorkreises. Mit dem Trimmer TR_2 wird der Bereich am unteren Ende der Skala eingestellt. Dies erfolgt am besten so, daß wir eine Sendestation um 200 Meter bei ausgedrehtem Drehkondensator gerade noch hören. Wurde die Oszillatorspule genau nach Anleitung angefertigt und für den Serienkondensator eine einwandfreie Ausführung verwendet, wird der Bereich am oberen Ende der Skala, also bei eingedrehtem Kondensator, automatisch stimmen. Die Herstellung des Gleichlaufes zwischen Eingangs- und Oszillatorkreis erfolgt wieder bei ausgedrehtem Drehkondensator mit dem Paralleltrimmer (TR_1), bei eingedrehtem Drehkondensator durch Verstellen des Eisenkernes der Eingangsspule. Das heißt, eine Station niederer Wellenlänge wird durch Verdrehen des Trimmers, eine Station hoher Wellenlänge (zum Beispiel Budapest) durch Verstellen des Eisenkernes auf größte Lautstärke gebracht, wobei dieser Vorgang mehrmals zu wiederholen ist.

Ing. V. Stuzzi

Fachliteratur

2½-Meter-Wellen für den Stadtverkehr

W. G. McNulty berichtet in „Radio News" über erfolgreiche Versuche, die auf dem 118-MHz-Band in Chikago durchgeführt wurden. Benützt wurde hierzu ein 250 Watt starker, frequenzmodulierter Sender, dessen Antenne auf einem zirka 50 m hohen Mast angeordnet war, während drei 10-Watt-Stationen in Automobilen eingebaut waren. In einem Saal, etwa 3 km von dem Hauptsender entfernt, war ein Empfänger untergebracht, mit welchem der Verkehr zwischen den Automobilen untereinander und mit der Zentralstation von einer Anzahl Fachleute abgehört werden konnte.

Die Automobile fuhren in verschiedenen Richtungen durch Chikago und es konnte dabei festgestellt werden, daß, entgegen mancher Voraussagen, überall und zu allen Zeiten innerhalb der Reichweitengrenze die Verständigung ausgezeichnet war. Die Auswertung der Versuche ergab, daß die Reichweite für den Verkehr zwischen zwei Automobilen etwa 7 km beträgt, wobei als Wagenantenne eine Viertelwellenantenne (ca. 60 cm lang) auf dem Dach des Wagens verwendet wurde. Mit der 250-Watt-Zentralstation konnte die Telephonverbindung in einem Radius von 30 km als zuverlässig bezeichnet werden, während in etwa 35 bis 45 km die Feldstärke der Autostationen unter den Störspiegel sank. In den Automobilen dagegen konnte die 250-Watt-Zentralstation noch in etwa 60 bis 75 km Entfernung wahrgenommen werden.

Vergleichende Versuche im 30—40-MHz-Band zeigten, daß die höhere Frequenz (118 MHz) wesentlich bessere Übertragungseigenschaften besitzt. Die elektrischen Störungen waren geringer und an manchen Stellen war in den Kraftwagen der Empfang im 30-MHz-Band unmöglich, während die 118 MHz klar und deutlich durchkamen. In anderen Fällen war der Wechselverkehr auf der niederen Frequenz meist unbefriedigend, während unter den gleichen Bedingungen und denselben Störungen auf 118 MHz die Verbindung ausgezeichnet war. Störungen durch Diathermiegeräte wurden auf 118 MHz nicht wahrgenommen, im Gegensatz zum 30—40-MHz-Band, wo sie eine gewöhnliche Erscheinung sind. Durch diese und andere, während der letzten Jahre unternommenen Versuche, wurden folgende Ergebnisse und Schlußfolgerungen ermittelt: 1. Die Brauchbarkeit der Frequenzen um 118 MHz ist bestimmt besser wie jene im Bereich von 30 bis 40 MHz. 2. Elektrische Störungen, wie sie häufig im Bande von 30 bis 40 MHz anzutreffen sind, fehlen völlig im 118-MHz-Band. 3. Eine tote Zone konnte bis jetzt nicht festgestellt werden. 4. Die Reichweite ist bei 118 MHz nicht durch die optische Sicht begrenzt, doch ist von etwa 40 bis 60 km an die Feldstärke praktisch verschwindend. 5. Gegenüber dem Bande 30 bis 40 MHz sind für die meisten Stoffe die Durchdringungseigenschaften im 118-MHz-Band besser. 6. Zwischen Sender und Empfänger liegende Objekte verursachen im 118-MHz-Band keine Auslöschung der Signale. 7. Schwunderscheinungen oder besondere Reflexionsstörungen wurden bisher nicht festgestellt.

Als besonderer Vorteil der 2½-Meter-Wellen wird noch hervorgehoben, daß die notwendige Antennenlänge wesentlich kürzer ist als auf den längeren Wellen, und daß außerdem durch die günstigeren Ausbreitungsverhältnisse mit einer kleineren Senderleistung das Auskommen gefunden werden kann.

Messen mit unsichtbarem Licht

Allgemeines über die Funkmeßtechnik von
Ing. Alois Paar
Verlag vormals Leykam, Graz
A 5, 44 Seiten, 27 Abbildungen

Die Funkmeßtechnik gehört zweifellos zu den interessantesten Gebieten der modernen Radiotechnik. Durch die große Bedeutung, die sie im Kriege erlangt hat, ist sie sehr populär geworden, ohne daß sich jedoch weite Kreise auch der fachlicher Gebildeten über das Wesen dieser neuen Technik genauere Vorstellungen machen konnten. Einem somit sicherlich bestehendem Wunsche vieler entsprechend, will nun das vorliegende Büchlein einen Einblick in die grundsätzliche Wirkungsweise der Radar-, beziehungsweise Funkmeßtechnik geben.

In dem ersten Teil „Das Funkmeßwesen" werden nach einer kurzen Besprechung des Meßprinzips die wichtigsten physikalischen Eigenschaften der elektromagnetischen Wellen beschrieben, die zur Verwendung der Dezimeter- und Zentimeterwellen geführt haben. Kurze Kapitel über Antennen mit Richtcharakteristik, über die durch die optische Sicht praktisch begrenzte Reichweite folgen, und schließlich werden der Meßvorgang und die Braunsche Röhre beschrieben.

In einem zweiten Teil „Die Funkmeßgeräte" wird näher auf den grundsätzlichen Aufbau der Sende- und Empfangsgeräte eingegangen. Es ist sicherlich schwierig, in einem knappen Rahmen eine eingehende Darstellung der Probleme zu geben, doch vermissen wir z. B. die Erwähnung der Topfkreise, die gerade bei Dezimeterwellen eine große Rolle spielen.

Der Inhalt des Bändchens wird vor allem für jene wertvoll sein, die schon über einige radiotechnische Kenntnisse verfügen, wenn auch eine leichtverständliche Darstellungsweise gewählt wurde. Dabei ist dem Verfasser hoch anzurechnen, daß trotzdem immer eine exakte Formulierung gefunden wurde, so daß sich diese Schrift vorteilhaft von anderen „populären" Darstellungen unterscheidet.

W.

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Arbeiter-Funkverein. Für den Inhalt verantwortlich: Emil Gaal; alle Wien V, Margaretengürtel 124. Druck: Druck- und Verlagsanstalt „Vorwärts" KG., Wien V, Rechte Wienzeile 97, die Seiten 81-88 Buchdruckerei Ernst Pelda, Wien XII, Gaudenzdorfer Gürtel 33.